

«

»

“

”

. . . . .

31.08.2022

: . . . . .

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки**

: 22.03.01

, :

: 4, : 7 8

		7	8
1	( )	4	3
2		144	108
3	, .	77	49
4	, .	34	24
5	, .	18	12
6	, .	16	0
7	, .	12	12
8	, .	18	10
9	, .	2	2
10	, .	7	11
11	, .	67	59
12	( , ( )/ , )		
13			

( ): 22.03.01

701 02.06.2020 ., : 10.07.2020 .

: 1,

( ): 22.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

, . . . . .

:

. .

# 1.

1.1

	-3 ,
	-3. 1 ,
	-3. 2 ,
	-6 ,
	-6. 1

# 2.

,

2.1

<b>ОПК-3. 1 Знает подходы проектного менеджмента для разработки и внедрения в производство новых материалов, технологии их получения и обработки</b>	
	;
	;
	;
	;
	;
	;
	;
	;
<b>ОПК-3. 2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи, используя знания в области экономики и менеджмента.</b>	
	;
	;
	;
	;
<b>ОПК-6. 1 Оценивает технологии изготовления материалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности</b>	
	;
( )	;
	;

، .	؛ ;
.	؛ ;
،	؛ ;
.	؛ ;
،	؛ ;

3.

3.1

		، .	، .	
:7				
:				
1. . .	1	0	0	-3.1, -3.2
:				
2. ( ). . . .	1	0	0	-3.1, -3.2
3. . . .	2	0	0	-3.1
4. - . . . - .	2	0	0	-3.1, -3.2
5. . . .	1	0	0	-3.1

6.		1	0	0	-3.1
7.		2	0	0	-3.1
8.		2	0	0	-3.2, -6.1
9.		2	0	0	-3.1, -6.1
10.		1	0	0	-3.2, -6.1
11.		1	0	0	-3.2, -6.1
12.		2	0	0	-3.1, -3.2

[illegible]

19.	(	2	0	0	-6.1
:					
20.	,	2	0	0	-3.2, -6.1
: 8					
:					
21.		2	0	0	-3.2, -6.1
22.	(	2	0	0	-3.2, -6.1
:					

[illegible]



27.		2	0	0	-3.1, -3.2, .1 -6
28.		2	0	0	-3.1, -3.2, .1 -6
29.	( ; ; ).	2	0	0	-3.2, -6.1
:					
30.		2	0	0	-3.1, -6.1
31.		2	0	0	-3.1, -3.2

		” .	, .		
: 7					
:					
1.	4	0	0		.
2.	4	0	0		
:					

4.	4	0	0		,
:					
8.	4	0	0		.

		..	, .		
:7					
:					
1.	2	2	2	-3.1	.
2.	2	2	2	-3.1	.
3.	2	2	2	-6.1	.
:					
3.	2	2	1	-3.2, -6.1	.
4.	2	2	1	-3.1, -3.2	.
14.	2	2	1	-3.2, -6.1	.
:					
5.	2	2	1	-6.1	.
6.	2	2	1	-3.2, -6.1	.
:					
13.	2	2	1	-3.2, -6.1	, .

: 8					
:					
7.	-63	2	2	2	-3.2, -6.1
:					
9.	.	4	2	4	-3.2, -6.1 -4.
:					
10.	.	2	2	2	-3.1, -6.1
11.	.	2	2	2	-3.1, -6.1
12.	.	2	2	2	-6.1

3.1

3.2

			( )
1	.		:
2			:
3			:
4	.		:
5	.		:
6	.		:
7			:
8	.		:
9	.		:
10	-63		:
11	.		:
12	.		:
13	.		:



	10			
	( ),			
	" "			
	- , 2017. - 22, [1] . : .. -	/ . . . - ;[ . . . ].-		
	<a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235265">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235265</a>			
	- , 2022.- 61, [1] . : .. -	/ . . . - ;		
	<a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022</a>			
2		-3.1	7	1
:	- , 2022.- 61, [1] . : .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022</a>			
3		-3.1	2	0
:	- , 2022.- 61, [1] . : .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022</a>			
4		-3.1, 3.2, -6.1	10	5
:	- , 2017. - 17, [2] . : .. - <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235262">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235262</a>			
	" "			
	- , 2017. - 22, [1] . : .. -	/ . . . - ;[ . . . ].-		
	<a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235265">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235265</a>			
	- , 2022.- 61, [1] . : .. -	/ . . . - ;		
	<a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022</a>			

### 3.3

( 3.4).

3.4

	-
	e-mail
	e-mail;
	e-mail
	e-mail; ;

3.5

1	
<b>Краткое описание применения:</b> В качестве основных при проведении занятий используются активные и интерактивные формы в виде дискуссий, дебатов. Защита расчетно-графической работы происходит в интерактивной форме с обсуждением всеми студентами результатов работы презентации с результатами	

### 4.

( ),

15-

ECTS.

. 4.1.

4.1

	.	
<b>: 7</b>		
<i>Лекция:</i> посещение	14	18
<i>Лабораторная:</i> своевременное выполнение и защита	10	20
<i>Практические занятия:</i> выполнение	9	18
<i>РГЗ/Реферат:</i> своевременное выполнение и защита	12	24
<i>Зачет:</i>	5	20
<b>: 8</b>		
<i>Лекция:</i> посещение	0	24
<i>Практические занятия:</i> выполнение	0	36
<i>Курсовая работа:</i> Итого	0	100 (в состав баллов за КР)
<i>Экзамен:</i>	10	40

		/	/	/		
-3	-3 1.	+	+	+	+	+
	-3 2.	+	+	+	+	+
-6	-6 1.	+	+	+	+	+

1

## 5.

1. Носков, Ф. М. Технология и оборудование термической и химико-термической обработки. Теория и технология термической обработки металлов и сплавов : учебное пособие / Ф. М. Носков, Л. И. Квеглис, М. В. Носков. — Красноярск : СФУ, 2018. — 334 с. — ISBN 978-5-7638-3921-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157563> (дата обращения: 24.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Попелюх А. И. Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки : [учебное пособие] / А. И. Попелюх ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 322, [1] с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000239641](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000239641)

3. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: Учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. - 235 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-009922-4, 20 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php> - Загл. с экрана.

4. Тушинский Л. И. Структурная теория конструктивной прочности материалов : [монография] / Л. И. Тушинский. - Новосибирск, 2004. - 399 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000041929](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000041929)

1. Белокопытова, Е. С. Учебное пособие к лабораторным работам по термической обработке металлов и сплавов : учебное пособие / Е. С. Белокопытова, И. В. Солдатенко. — Москва : МАИ, 2022. — 88 с. — ISBN 978-5-4316-0926-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/298562> (дата обращения: 24.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Курсовое проектирование по дисциплинам «Механические и физические свойства материалов», «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов и изделий», «Технология материалов и покрытий», «Теория и технология термической и химико-термической обработки» [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / А. И. Смирнов, В. А. Батаев, А. А. Никулина, А. И. Попелюх ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2011].- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000166440](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166440) [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000166440](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166440).- Загл. с экрана.

1. Journals [Electronic resource] / SpringerLink : [website]. — Springer, 2015. — Mode of access: <http://link.springer.com/search?facet-content-type=%22Journal%22>. — Title from screen.

## 6.

### 6.1

1. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=223022](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022)
2. Определение охлаждающей способности жидких полимерных сред : методические указания к лабораторной работе по курсу "Оборудование и автоматизация тепловой обработки материалов и изделий" и "Технологические процессы производства изделий из материалов и наноматериалов" для механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Попелюх]. - Новосибирск, 2017. - 17, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000235262](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235262)
3. Определение времени нагрева деталей в термических печах расчетными и экспериментальными методами : методические указания к лабораторной работе по курсу "Оборудование и автоматизация тепловой обработки материалов и изделий" и "Технологические процессы производства изделий из материалов и наноматериалов" для механико-технологического факультета / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. И. Попелюх]. - Новосибирск, 2017. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000235265](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235265)

### 6.2

- 1 Пакет офисных приложений Microsoft Office
- 2 Графический редактор Corel Corel Draw Graphics Suite

### 6.3

## 7.

1		
2	LH 120/14	

1	SNOL 7.2/1100 "TXA"	,
2	SNOL 185/1200 " "	,
3		



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

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН МТФ  
к.т.н., доцент А.Г. Тюрин  
“    ”    \_\_\_\_\_    Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки**

Образовательная программа: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, профиль:  
Материаловедение и технологии машиностроительных материалов

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента	1. Знает подходы проектного менеджмента для разработки и внедрения в производство новых материалов, технологии их получения и обработки	Выбор организационных форм выполнения термических операций Классификация средств технологического обеспечения термической обработки. Виды термического оборудования. Классификация печей и нагревательного оборудования. Маркировка термического оборудования. Печи периодического действия (камерные с неподвижным подом; с выдвижным подом; шахтные и ямные; вертикальные и элеваторные; колпаковые и контейнерные печи). Печи непрерывного действия (толкательные; конвейерные; карусельные; барабанные; протяжные; рольганговые; с шагающим подом; с пульсирующим подом). Печи ванны (с наружным обогревом; с внутренним обогревом; электродные; печи-ванны для изотермической закалки). Печи для ХТО. Вакуумные печи. Классификация видов тепловой обработки (ТО). Краткая характеристика видов ТО. Место термической обработки в общезаводском процессе изготовления. Процессы предварительной и окончательной термообработки. Место объемной термообработки и поверхностного упрочнения в общем технологическом процессе. Одноцикловая и многоцикловая обработка.	РГЗ, разделы 5-19.	Зачет, вопросы 20-34,36-40.

		<p>Методы нагрева. Скоростной нагрев. Экономические преимущества скоростного нагрева. Способы реализации скоростного нагрева. Допустимая и возможная скорость нагрева. Нагрев "тонких" и "массивных" изделий в печах периодического действия при конвективном, лучистом и смешанном теплообмене. Особенности нагрева изделий в одно- и многозонных печах непрерывного действия. Общая методика расчета термических печей. Техническое задание. Цикл работы. Этапы расчета. Нагрев и охлаждение металла. Теплотехнические характеристики садки. Тепловая массивность изделий. Критерии Био и Фурье. Особенности нагрева при постоянном тепловом потоке и постоянной температуре. Вспомогательные графики для расчета нагрева и охлаждения. Организационные формы выполнения термических операций. Количество и положение изделий при обработке. Число обрабатываемых изделий, их ориентация, способы укладки. Перемещение изделий в процессе термообработки. Периодический, непрерывный, полунепрерывный режим работы оборудования. Синхронизация термических операций. Такт и ритм обработки. Способы синхронизации операций. Выбор организационных форм выполнения термических операций. Основные положения ЕСТД. Виды и формы технологических документов. Выбор вида описания технологического процесса. Порядок оформления маршрутных и операционных карт. Оформление альбома технологических эскизов. Правила записи технологических переходов. Расчет времени нагрева термически массивных тел. Рациональное размещение термопар в рабочем пространстве печи сопротивления при позиционном регулировании температуры. Выбор метода регулирования тепловым</p>		
--	--	--	--	--

		<p>режимом электропечей сопротивления. Роль тепловой обработки в процессе промышленного производства. Перспективные виды тепловой обработки металлов. Передовые методы организации термической обработки. Заводы коммерческой термической обработки и региональные центры термообработки. Перспективы развития термической обработки. Синхронизация термических операций. Способы повышения точности управления тепловым режимом печи при позиционном регулировании температуры. Влияние чувствительности регулирующего прибора на точность управления тепловым режимом электропечи сопротивления. Увеличение точности управления тепловым режимом электропечи сопротивления путем изменения мощности, вводимой в печь. Увеличение точности управления тепловым режимом печи электросопротивления изменением времени регулирования в системе "терморегулятор - печь". Структура технологического процесса ТО. Понятие термической операции. Взаимосвязь термических операций. Понятие термического процесса. Эволюция технологии термической обработки. Тепловой расчет печи. Виды тепловых расчетов печей. Уравнение теплового баланса. Статьи прихода и расхода тепла. Расчет статей прихода тепла топливной печи. Расчет полезного тепла и тепла, затрачиваемого на нагрев вспомогательных устройств. Расчет тепловых потерь через кладку печи, печные проемы, дверцы, с защитной атмосферой и т.д. Особенности теплового расчета электрических печей. Технологичность изделий. Показатели технологичности. Технологичность объемно-упрочняемых изделий. Технологичность формы. Технологичность материала. Технологичность состояния поверхности. Технологичность поверхностно-упрочняемых изделий. Технологические</p>		
--	--	--	--	--

		<p>способы повышения качества ТО. Топливные нагревательные устройства. Топливо и расчеты горения. Классификация топлива. Сравнительные экономические характеристики различных видов топлива. Характеристика газообразного топлива. Химический и полный анализ топлива. Составы топлива. Определение теоретически и практически необходимого для горения количества воздуха. Теплотворная способность топлива. Коэффициент использования топлива. Установки контактного и прямого нагрева. Нагрев в электролитах и пламенем. Нагрев в кипящем слое, в тлеющем разряде, лазерный нагрев, нагрев низкотемпературной плазмой, электронно-лучевой нагрев (общая характеристика, область применения). Сравнение различных методов поверхностного нагрева. Элементы термической операции. Температурный режим термической операции. Температура обработки время выдержки. Скорость охлаждения. Графики температурного режима. Этапы подготовки термического производства. Конструкторский этап. Технологический этап. Проектный этап. Доводочный этап. Роль материаловедца на каждом этапе подготовки производства.</p>		
ОПК-3	2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи, используя знания в области экономики и менеджмента.	<p>Автоматические регуляторы. Виды автоматических регуляторов (прямого и непрямого действия; непрерывного и прерывистого; статические и астатические; одно и многопозиционные). Выбор типа регулятора. Закалочные устройства. Закалочные баки (немеханизированные; механизированные; конвейерные). Охладительные установки. Закалочные прессы и машины. Особенности заковки длинномерных изделий. Способы охлаждения в область отрицательных температур. Хладагенты. Холодильные установки и машины. Оборудование для очистки деталей от окалины.</p>	РГЗ разделы.4-11 Курсовая работа разделы 3-17	Зачет, вопросы 1-14 Экзамен, вопросы 22-40.

		<p>Оборудование для промывки деталей. Оборудование для правки деталей. Оборудование для зачистки пороков и вырезки полуфабрикатов. Исполнительные элементы систем управления термическим оборудованием. Дискретные регулирующие устройства. Устройства с плавным регулированием. Исполнительные электроприводы. Гидравлический и пневматический привод. Классификация видов тепловой обработки (ТО). Краткая характеристика видов ТО. Место термической обработки в общезаводском процессе изготовления. Процессы предварительной и окончательной термообработки. Место объемной термообработки и поверхностного упрочнения в общем технологическом процессе. Одноцикловая и многоцикловая обработка. Методы нагрева. Скоростной нагрев. Экономические преимущества скоростного нагрева. Способы реализации скоростного нагрева. Допустимая и возможная скорость нагрева. Механизация в термических цехах. Основы выбора и расчета механизмов (тип привода; КПД; кинематическая схема; компоновка). Транспортные механизмы специального назначения (гравитационные; толкательные; вытаскивающие; перегрузочные; конвейерные; шнековые; элеваторные; карусельные; вибрационные). Дозирующие механизмы (магазины; бункеры; склады). Нагревательные установки с обогревом электрическим током. Прямой и косвенный нагрев. Индукционный нагрев. Лазерный нагрев. Нагрев в тлеющем разряде и низкотемпературной плазме. Общая методика расчета термических печей. Техническое задание. Цикл работы. Этапы расчета. Нагрев и охлаждение металла. Теплотехнические характеристики садки. Тепловая массивность изделий. Критерии Био и Фурье. Особенности</p>		
--	--	---	--	--

		<p>нагрева при постоянном тепловом потоке и постоянной температуре. Вспомогательные графики для расчета нагрева и охлаждения. Определение температуры с помощью термоэлектрических измерительных элементов и потенциометра ПП-63</p> <p>Основные положения о конвективном теплообмене. Основные понятия и определения.</p> <p>Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Основные законы теплового излучения. Теплообмен излучением. Излучательная способность твердых тел. Угловые коэффициенты излучения. Основные положения о теплопроводности. Температурное поле. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Нестационарные процессы теплопроводности Особенности электропечи как объекта управления. Непрерывные методы регулирования температуры. Регуляторы пропорционального действия. Регуляторы интегрального действия. Регуляторы пропорционально - интегрального действия. Регуляторы пропорционально - интегрально - дифференциального действия. Позиционные методы регулирования температуры. Влияние инерционности термпары и подводимой мощности на изменение температуры в печи при позиционном регулировании. Охлаждающие среды. Классификация. Достоинства и недостатки. Область применения. Водные охлаждающие среды. Свойства воды как охлаждающей жидкости. Достоинства и недостатки. Область применения. Водные растворы солей, кислот и щелочей. . Полимерные охлаждающие среды. Особенности кинетики охлаждения в водных растворах полимеров. Минеральные</p>		
--	--	---	--	--

		<p>закалочные масла. Достоинства и недостатки. Особенности кинетики охлаждения в минеральных маслах. Охлаждение в солях и соляно-щелочных ваннах. Состав и температура эксплуатации соляных и соляно-щелочных ванн. Особенности нагрева и охлаждения металлов в печах-ваннах. Особые требования при работе с солями. Охлаждение в газовых средах. Виды газов и скорость охлаждения в них. Газовая закалка в вакуумных печах. Закалка во взвешенных средах. Термокинетические свойства взвешенных сред. Технологические особенности применения взвешенных сред. Основы выбора охлаждающих сред. Планировки участков тепловой обработки материалов. Расчет времени нагрева термически массивных тел. Расчет допустимой скорости нагрева детали. Расчет индукционных установок. Определение мощности установки, продолжительность нагрева, индукторов. Характеристики высокочастотных установок с ламповыми и машинными генераторами, тиристорными и ионными преобразователями. Станки и автоматы для поверхностной и сквозной закалки токами высокой и промышленной частоты. Регулирование температуры в термических печах автоматическими потенциометрами и способы их проверки. Роль тепловой обработки в процессе промышленного производства. Перспективные виды тепловой обработки металлов. Передовые методы организации термической обработки. Заводы коммерческой термической обработки и региональные центры термообработки. Перспективы развития термической обработки. Способы повышения точности управления тепловым режимом печи при позиционном регулировании температуры. Влияние чувствительности регулирующего прибора на точность управления тепловым режимом электропечи сопротивлением. Увеличение</p>		
--	--	---	--	--



		<p>точности управления тепловым режимом электропечи сопротивления путем изменения мощности, вводимой в печь. Увеличение точности управления тепловым режимом печи электросопротивления изменением времени регулирования в системе "терморегулятор - печь". Тепловой баланс камерной печи сопротивления. Тепловой расчет печи. Виды тепловых расчетов печей. Уравнение теплового баланса. Статьи прихода и расхода тепла. Расчет статей прихода тепла топливной печи. Расчет полезного тепла и тепла, затрачиваемого на нагрев вспомогательных устройств. Расчет тепловых потерь через кладку печи, печные проемы, дверцы, с защитной атмосферой и т.д. Особенности теплового расчета электрических печей. Технологичность изделий. Показатели технологичности. Технологичность объемно-упрочняемых изделий. Технологичность формы. Технологичность материала. Технологичность состояния поверхности. Технологичность поверхностно-упрочняемых изделий. Технологические способы повышения качества ТО. Установки контактного и прямого нагрева. Нагрев в электролитах и пламенем. Нагрев в кипящем слое, в тлеющем разряде, лазерный нагрев, нагрев низкотемпературной плазмой, электронно-лучевой нагрев (общая характеристика, область применения). Сравнение различных методов поверхностного нагрева.</p>		
ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	1. Оценивает технологии изготовления материалов и изделий из них с позиции безопасности и эффективности	<p>Автоматические регуляторы. Виды автоматических регуляторов (прямого и непрямого действия; непрерывного и прерывистого; статические и астатические; одно и многопозиционные). Выбор типа регулятора. Выбор и расчет горелок. Выбор конструкции горелок (беспламенных и пламенных) и радиационных труб. Расчет и конструирование горелок и форсунок. Закалочные устройства. Закалочные баки (немеханизированные; механизированные;</p>	РГЗ, разделы 4-11 Курсовая работа, разделы 3-17	Зачет, вопросы 1-14 Экзамен, вопросы 22-40.

		<p>конвейерные). Охладительные установки. Закалочные прессы и машины. Особенности заковки длинномерных изделий. Способы охлаждения в область отрицательных температур. Хладагенты. Холодильные установки и машины. Оборудование для очистки деталей от окалины. Оборудование для промывки деталей. Оборудование для правки деталей. Оборудование для зачистки пороков и вырезки полуфабрикатов. Классификация средств технологического обеспечения термической обработки. Виды термического оборудования. Классификация печей и нагревательного оборудования. Маркировка термического оборудования. Печи периодического действия (камерные с неподвижным подом; с выдвижным подом; шахтные и ямные; вертикальные и элеваторные; колпаковые и контейнерные печи). Печи непрерывного действия (толкательные; конвейерные; карусельные; барабанные; протяжные; рольганговые; с шагающим подом; с пульсирующим подом). Печи ванны (с наружным обогревом; с внутренним обогревом; электродные; печи-ванны для изотермической заковки). Печи для ХТО. Вакуумные печи. Методы нагрева. Скоростной нагрев. Экономические преимущества скоростного нагрева. Способы реализации скоростного нагрева. Допустимая и возможная скорость нагрева. Механизация в термических цехах. Основы выбора и расчета механизмов (тип привода; КПД; кинематическая схема; компоновка). Транспортные механизмы специального назначения (гравитационные; толкательные; вытаскивающие; перегрузочные; конвейерные; шнековые; элеваторные; карусельные; вибрационные). Дозирующие механизмы (магазины; бункеры; склады). Нагрев "тонких" и "массивных" изделий в печах периодического действия при конвективном, лучистом и смешанном</p>		
--	--	--	--	--

		<p>теплообмене. Особенности нагрева изделий в одно- и многозонных печах непрерывного действия. Нагревательные установки с обогревом электрическим током. Прямой и косвенный нагрев. Индукционный нагрев. Лазерный нагрев. Нагрев в тлеющем разряде и низкотемпературной плазме. Основные положения ЕСТД. Виды и формы технологических документов. Выбор вида описания технологического процесса. Порядок оформления маршрутных и операционных карт. Оформление альбома технологических эскизов. Правила записи технологических переходов. Основные положения о конвективном теплообмене. Основные понятия и определения. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Основные законы теплового излучения. Теплообмен излучением. Излучательная способность твердых тел. Угловые коэффициенты излучения. Основные положения учения о теплопроводности. Температурное поле. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Нестационарные процессы теплопроводности. Особенности электропечи как объекта управления. Непрерывные методы регулирования температуры. Регуляторы пропорционального действия. Регуляторы интегрального действия. Регуляторы пропорционально - интегрального действия. Регуляторы пропорционально - интегрально - дифференциального действия. Позиционные методы регулирования температуры. Влияние инерционности термпары и подводимой мощности на изменение температуры в печи при позиционном регулировании. Охлаждающие среды.</p>		
--	--	--	--	--

		<p>Классификация. Достоинства и недостатки. Область применения. Водные охлаждающие среды. Свойства воды как охлаждающей жидкости. Достоинства и недостатки. Область применения. Водные растворы солей, кислот и щелочей. . Полимерные охлаждающие среды. Особенности кинетики охлаждения в водных растворах полимеров. Минеральные закалочные масла. Достоинства и недостатки. Особенности кинетики охлаждения в минеральных маслах. Охлаждение в солях и соляно-щелочных ваннах. Состав и температура эксплуатации соляных и соляно-щелочных ванн. Особенности нагрева и охлаждения металлов в печах-ваннах. Особые требования при работе с солями. Охлаждение в газовых средах. Виды газов и скорость охлаждения в них. Газовая закалка в вакуумных печах. Закалка во взвешенных средах. Термокинетические свойства взвешенных сред. Технологические особенности применения взвешенных сред. Основы выбора охлаждающих сред. Понятие об измерениях, основные метрологические термины и определения. Классификация средств измерения по точности, функциональным признакам, конструктивному оформлению. Измерительные элементы для контроля параметров термической обработки. Датчики для измерения температуры. Датчики для измерения температуры, основанные на изменении сопротивления материалов. Термоэлектрические измерительные элементы. Особенности использования термопар. Материалы, применяемые для изготовления термопар. Основные требования к ним. Пирометры излучения. Принцип работы. Виды. Область рационального применения. Измерительные элементы давления и разряжения. Измерительные элементы уровня. Измерительные элементы для расхода жидкости или газа. Расчет допустимой скорости</p>		
--	--	---	--	--

		<p>нагрева детали. Расчет и конструирование металлических и неметаллических нагревателей электрических печей сопротивления. Нагреватели с теплоотдачей излучением, конвекцией и теплопроводностью. Выбор материала нагревателя и способа включения и переключения. Разделение печи на зоны. Размещение электронагревателей. Срок службы и причины выхода нагревателей из строя. Экономические характеристики различных нагревателей Расчет индукционных установок. Определение мощности установки, продолжительность нагрева, индукторов. Характеристики высокочастотных установок с ламповыми и машинными генераторами, тиристорными и ионными преобразователями. Станки и автоматы для поверхностной и сквозной закалки токами высокой и промышленной частоты. Расчет электрических нагревательных элементов Рациональное размещение термопар в рабочем пространстве печи сопротивления при позиционном регулировании температуры. Выбор метода регулирования тепловым режимом электропечей сопротивления. Составление операционных карт термической обработки. Составление маршрутных карт. Составление планировки участка термообработки. Способы повышения точности управления тепловым режимом печи при позиционном регулировании температуры. Влияние чувствительности регулирующего прибора на точность управления тепловым режимом электропечи сопротивления. Увеличение точности управления тепловым режимом электропечи сопротивления путем изменения мощности, вводимой в печь. Увеличение точности управления тепловым режимом печи электросопротивления изменением времени регулирования в системе "терморегулятор - печь". Тепловой баланс камерной печи</p>		
--	--	---	--	--

		сопротивления. Топливные нагревательные устройства. Топливо и расчеты горения. Классификация топлива. Сравнительные экономические характеристики различных видов топлива. Характеристика газообразного топлива. Химический и полный анализ топлива. Составы топлива. Определение теоретически и практически необходимого для горения количества воздуха. Теплотворная способность топлива. Коэффициент использования топлива. Установки контактного и прямого нагрева. Нагрев в электролитах и пламенем. Нагрев в кипящем слое, в тлеющем разряде, лазерный нагрев, нагрев низкотемпературной плазмой, электронно-лучевой нагрев (общая характеристика, область применения). Сравнение различных методов поверхностного нагрева.		
--	--	---	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

В 7 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).

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре - в форме зачета, в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-3, ОПК-6 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Экзамен проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе

индикаторами достижения компетенций ОПК-3, ОПК-6, закрепленных за дисциплиной.

### **3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

**Продвинутый.** Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

**Базовый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

**Пороговый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

**Ниже порогового.** Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»,

7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в форме письменного тестирования с использованием электронной информационно-образовательной среды НГТУ ([http:// www.nstu.ru/sveden/eos](http://www.nstu.ru/sveden/eos)).

Тестовые задания охватывают все содержание «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки».

Тест состоит из 40 вопросов различного вида и позволяет проверить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций. Правильный ответ оценивается величиной 0,5 балла

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Выполнение теста засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все вопросы теста, знает определения всех понятий, продемонстрировал способность безошибочно устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, выявлять проблемы, предлагать механизмы их решения, представляет количественные и качественные характеристики определенных процессов и явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет от 16 до 20 баллов.

Выполнение теста засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на  $\frac{2}{3}$  вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, правильно характеризует процессы и явления. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет от 12 до 15 баллов.

Выполнение теста засчитывается на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет от 10 до 12 баллов.

Выполнение теста считается **неудовлетворительным**, если студент правильно ответил менее чем на половину вопросов теста, не знает определений понятий, не продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями. Совокупность результатов обучения по дисциплине и



соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 10 баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям теста составляет от 10 до 20 баллов. Сумма менее 10 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине. В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Примерный тест для зачета

Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ ФИО  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Тест

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»<sup>1</sup>

Вопрос 1.

Шамотные изделия это материалы на основе

- Оксида алюминия и оксида железа
- Оксида кремния и оксида кальция
- **Оксида алюминия и оксида кремния**
- Оксида кремния и оксида магния
- Оксида магния и оксида алюминия
- Оксида кремния и оксида кальция

Вопрос 2.

Высокотемпературных закалочных печах нагреватели целесообразно размещать

- На боковых стенках
- На своде
- На поде
- **Равномерно по всей внутренней поверхности печи**

Вопрос 3.

радиационные трубы по сравнению с ТЭНами могут работать

- При наличии вибрационных нагрузок
- **При более высоких температурах нагрева**
- В более агрессивных средах
- При резких термических ударах

Вопрос 4.

При индукционном нагреве с ростом частоты тока толщина нагреваемого поверхностного слоя

- Не изменяется.
- Растет
- **Уменьшается**

---

<sup>1</sup> Правильные ответы выделены жирным шрифтом

Вопрос 5.

Основной недостаток силовых нагревателей

- Малая термическая стойкость
- Малая рабочая температура
- **Высокая хрупкость**
- Малая долговечность

Вопрос 6.

У каких горелок максимален КПД

- **У кинетических**
- С улучшенным смешением
- У диффузионных
- Без предварительного смешения

Вопрос 7.

Термически тонкое тело это

- Тело со значительным градиентом температуры по поперечному сечению
- Тело с высокой теплопроводностью
- Тело с малой толщиной
- **Тело без значительного градиента температуры по поперечному сечению**

Вопрос 8.

Основным показателем технологичности является

- Себестоимость
- Унификация технологических процессов изготовления
- **Трудоемкость**
- Унификация конструкции
- Расход материала

Вопрос 9.

При каком методе индукционной термической обработки на поверхности деталей пятнистость МИНИМАЛЬНА

- **Метод единовременной закалки**
- Метод непрерывно-последовательной закалки
- Метод последовательной закалки

Вопрос 10.

Для очистки литых корпусов массовом производстве целесообразно применять

- Галтовку
- Шабровку
- **Дробеметную очистку**
- Ультразвуковую очистку
- Крацевание

Вопрос 11.

Для каких изделий наиболее целесообразно использование прямого (электроконтактного) нагрева

- Листы
- Шестерни
- **Трубы**
- Корпуса
- Коленчатые валы

Вопрос 12.

Допустимая скорость нагрева это

- Скорость нагрева, которую допускает термическое оборудование данного типа

- **Скорость нагрева, при которой не возникают термические поковки больше допустимого размера**
- Скорость нагрева, при которой не возникают термические трещины больше допустимого размера

Вопрос 13.

Какой из показателей НЕ учитывают в критерии Био

- Коэффициент теплопроводности
- Коэффициент теплоотдачи
- **Коэффициент теплопередачи**

Вопрос 14.

В результате криогенной обработки стали увеличивается ее

- Ударная вязкость
- **Твердость**
- Жаростойкость
- Трещиностойкость
- Прочность

Вопрос 15.

Нагревательные элементы из тугоплавких металлы НЕ применяют

- **В воздушной среде**
- В вакууме
- В среде аргона
- В среде водорода
- В среде углекислого газа

Вопрос 16.

Основное достоинство трубчатых нагревательных элементов по сравнению с открытыми нагревателями

- Возможность применения при высоких температурах
- Низкая стоимость
- **Возможность нагрева в агрессивных средах**
- Малые показатели тепловой инерции

Вопрос 17.

Какую характеристику топлива используют при расчете уравнения теплового баланса

- Калориметрическую температуру сгорания
- Действительную температуру сгорания
- Высшую теплоту сгорания
- **Низшую теплоту сгорания**

Вопрос 18.

Форсированный нагрев наиболее эффективен для

- Термически массивных тел
- Термически тонких и массивных тел
- **Термически тонких тел**

Вопрос 19.

При каком режиме работы оборудования обеспечивается более высокое качество термической обработки

- При периодическом
- **При непрерывном**

Вопрос 20.

Применение галтования нерационально

- **При малой жесткости изделий**
- При широкой номенклатуре изделий

- Для сильно загрязненных изделий

Вопрос 21.

Характерный геометрический размер, используемых в тепловых расчетах это

- Максимальная толщина изделия
- **Расстояние от наиболее удаленной точки в середине изделия до поверхности, к которой подводится тепловой поток**
- Расстояние от наиболее удаленной точки в середине изделия до наиболее удаленной поверхности
- Средняя толщина изделия

Вопрос 22.

В низкотемпературных печах БЕЗ принудительной циркуляции атмосферы нагреватели целесообразно размещать

- **На поде**
- Равномерно по всей внутренней поверхности печи
- На своде
- На боковых стенках

Вопрос 23.

Основным свойством огнеупорных материалов является

- Малая теплоемкость
- Малая газопроницаемость
- Малый удельный вес
- Малая теплопроводность
- **Высокая прочность при значительных температурах**

Вопрос 24.

Какой фактор НЕ учитывают в уравнении теплового баланса

- Толщину футеровки
- Теплопроводность футеровки
- **Теплоемкость футеровки**

Вопрос 25.

Основной недостаток фехралей по сравнению с нихромами

- Высокая стоимость
- Малая рабочая температура
- Малое удельное электрическое сопротивление
- **Низкая жаропрочность**

Вопрос 26.

Основной целью засыпки из электротехнического периклаза (MgO) внутри ТЭНа является

- Герметизация нагревательного элемента
- Увеличение тепловой инерции
- **Повышение электробезопасности**

Вопрос 27.

Какой физический принцип используется для охлаждения изделий ниже 0°C

- Кристаллизация хладагента
- Конденсация хладагента
- **Испарение хладагента**

Вопрос 28.

Основное достоинство концентрированного способа термической обработки

- **Минимальное количество оборудования**
- Высокая производительность
- Лучшее качество термической обработки
- Возможность применения высокоинерционного теплового оборудования

Вопрос 29.

Остаточные растягивающие напряжения в поверхностных слоях стали существенно снижают ее

- **Трещиностойкость**
- Предел текучести
- Ударную вязкость
- Пластичность

Вопрос 30.

Нагрев в соляных печах - ваннах происходит

- **При постоянной температуре поверхности и переменном тепловом потоке (граничные условия 1 рода)**
- В условиях стационарного теплообмена
- При переменной температуре среды и постоянном тепловом потоке (граничные условия 2 рода)
- При постоянной температуре среды и переменном тепловом потоке (граничные условия 3 рода)

Вопрос 31.

Какой из элементов наиболее существенно увеличивает жаропрочность стали

- Кремний
- Алюминий
- Хром
- **Никель**

Вопрос 32.

Критерий Фурье применяют для тепловых расчетов

- При стационарном теплообмене
- При стационарном и нестационарном теплообмене
- **При нестационарном теплообмене**

Вопрос 33.

В маркировке термического оборудования указывают

- Метод нагрева, габаритные размеры печи, рабочую температуру, рабочую среду
- Метод нагрева, габаритные размеры печи, максимальную температуру, рабочую среду
- **Метод нагрева, размеры рабочего пространства, рабочую температуру, рабочую среду**

Вопрос 34.

Основное отличие периодического от непрерывного режима работы термического оборудования

- Высокая продолжительность времени загрузки-выгрузки деталей
- **Детали находятся на одной стадии термической обработки**
- Отсутствие работы в ночную смену

Вопрос 35.

Наиболее рационально применение пламенной поверхностной закалки в условиях

- Крупносерийного производства
- Массового производства
- **Мелкосерийного производства**

Вопрос 36.

Что характеризует коэффициент теплоотдачи

- **Интенсивность теплового потока между твердым телом и газовой или жидкой средой**
- Интенсивность теплового потока внутри газовой среды

- Интенсивность теплового потока внутри твердого тела
- Интенсивность теплового потока от твердого тела к твердому телу
- Интенсивность теплового потока внутри жидкости

Вопрос 37.

Какой ОСНОВНОЙ критерий выбора материала для электрического нагревательного элемента

- Технологичность
- **Рабочая температура**
- Долговечность
- Цена

Вопрос 38.

Коэффициент фактора раскладки наиболее существенно влияет на время нагрева

- В газовой среде
- В расплаве солей
- **В вакууме**

Вопрос 39.

У какого вида материалов теплоизоляционные свойства выше

- Теплоизоляционные кирпичи
- Теплоизоляционные плиты
- **Теплоизоляционная вата**

Вопрос 40.

Основной недостаток химических способов очистки

- Сложность удаления прочных окисных пленок
- Сложность очистки труднодоступных мест
- **Необходимость нейтрализации сточных вод**
- Малая производительность

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»,

7 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны получить навыки разработки технологического процесса термической обработки металлических деталей с учетом их формы и размеров, объема производства, режимов выполнения термических операций. Обязательным элементом РГЗ(Р) являются расчеты процессов теплообмена и решение задач по синхронизации термических операций.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

Темой расчетно-графической работы является разработка технологического процесса термической обработки партии детали с выбором организационных форм выполнения термических операций, расчетом технологических режимов обработки изделия, расчетом и выбором соответствующего термического оборудования, средств механизации и автоматизации термических процессов. В процессе выполнения работы студенту предлагается провести обзор литературы по заданной теме, в том числе ознакомиться со специализированными журналами и справочными изданиями, современными способами расчета технологических режимов и уровнем развития методов проектирования термических участков. В задании на курсовую работу указывается конфигурация детали (чертеж), марка материала, уровень получаемых механических свойств, программа выпуска.

РГЗ(Р) выполняется индивидуально

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(З) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с литературными источниками, в которых изложены современные методы расчета технологических режимов термической обработки и способы ее организации.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист
2. Содержание.
3. Чертеж детали и ее основные характеристики (марка материала, уровень механических свойств, программа выпуска).

4. Разработка режимов термической обработки детали.
5. Определение режимов работы участка и годового фонда времени работы оборудования.
6. Расчет времени термической обработки детали.
7. Определение продолжительности проведения каждой операции.
8. Выбор организационных форм выполнения термических операций.
9. Определение величины передаточной партии и такта операции.
10. Уточнение продолжительности проведения каждой операции в зависимости от величины передаточной партии.
11. Синхронизация операций, определение величины технологических заделов.
12. Выбор способа нагрева и типа применяемого энергоносителя.
13. Выбор вида термического оборудования (периодического или непрерывного действия, тип печи, температура и размеры рабочего пространства в зависимости от величины передаточной партии).
14. Определение потребного количества оборудования.
15. Выбор типа оборудования под закалку.
16. Выбор типа и марки моеющего устройства.
17. Выбор оборудования для очистки поверхности.
18. Выбор грузоподъемных механизмов для транспортировки.
19. Разработка планировки термического участка.
20. Заключение. В заключении должны быть кратко отражены основные выводы по работе.
21. Список литературы.
22. Приложения (если требуется).

#### *Требования к оформлению:*

Объем РГЗ(З) до 20 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилистических ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

!

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.



РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет от 18 до 24 баллов.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет от 12 до 18 баллов.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет от 6 до 12 баллов.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 6 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.

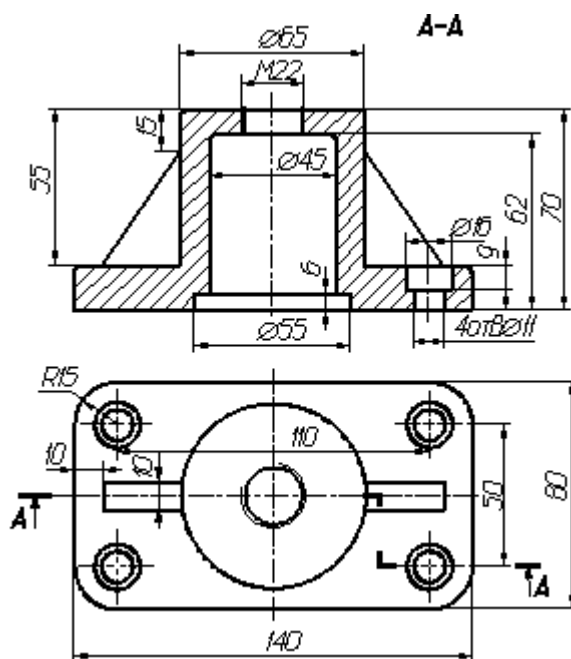
РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 6 до 24 баллов включительно.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Разработка технологического процесса термической обработки коленчатого вала
2. Разработка технологического процесса термической обработки шестерни
3. Разработка технологического процесса термической обработки распределительного вала

- \* Студент может самостоятельно выбрать конфигурацию (чертеж) детали сложной формы, при этом марка материала, уровень механических свойств и программа выпуска детали задаются преподавателем.

Задание № 4. Разработать технологический процесс термической обработки корпуса. Термообработка – закалка с отпуском. Материал – сталь 30ХГСА. HRC 45. Программа выпуска – 15000 шт/месяц.



## Паспорт экзамена

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»,

8 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в форме письменного тестирования с использованием электронной информационно-образовательной среды НГТУ (<http://www.nstu.ru/sveden/eos>).

Тестовые задания охватывают все содержание «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки».

Тест состоит из 40 вопросов различного вида и позволяет проверить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Выполнение теста засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все вопросы теста, знает определения всех понятий, продемонстрировал способность безошибочно устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, выявлять проблемы, предлагать механизмы их решения, представляет количественные и качественные характеристики определенных процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет от 35 до 40 баллов.

Выполнение теста засчитывается на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на  $\frac{2}{3}$  вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями, правильно характеризует процессы и явления. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет от 27 до 35 баллов.

Выполнение теста засчитывается на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  вопросов теста, знает определения основных понятий, продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между процессами и явлениями. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет от 20 до 26 баллов.

Выполнение теста считается **неудовлетворительным**, если студент правильно ответил менее чем на половину вопросов теста, не знает определений понятий, не продемонстрировал способность устанавливать последовательность и соответствие между

процессами и явлениями. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 20 баллов.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Примерный тест для экзамена

Утверждаю:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ ФИО  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

#### Тест

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»<sup>1</sup>

Вопрос 1.

Какой способ является наиболее рациональным для повышения скорости охлаждения в газовых средах

- Увеличение теплопроводности газа
- Охлаждение газа
- **Принудительная циркуляция газа**

Вопрос 2.

Какой физический принцип используется для охлаждения изделий в область отрицательных температур

- **Испарение хладагента**
- Конденсация хладагента
- Кристаллизация хладагента

Вопрос 3.

Какие устройства подлежат обязательной регистрации в органах Ростехнадзора

- Лебедки
- Конвейеры
- Домкраты
- **Электротельферы**

Вопрос 4.

При расчете тепловых потерь через футеровку наименее значимым фактором является ее

- толщина
- **теплоемкость**
- теплопроводность

Вопрос 5.

Для каких изделий наиболее целесообразно использование прямого (электроконтактного)

---

<sup>1</sup> Правильные ответы выделены жирным шрифтом

нагрева

- **Уголки**
- Шестерни
- Коленчатые валы
- Корпусные изделия
- Листы

Вопрос 6.

Какой из способов повышения точности управления тепловым режимом печи при позиционном регулировании температуры является наиболее рациональным

- применение высокоточных измерительных элементов
- использование малоинерционных нагревателей
- **применение малоинерционных измерительных элементов**
- применение высокоточных регуляторов

Вопрос 7.

В чем измеряется выходной сигнал термопары

- В градусах Цельсия
- В миллиамперах
- В милливаттах
- В Кельвинах
- **В милливольтгах**

Вопрос 8.

Какой металл НЕ является основой для изготовления измерительных элементов проводниковых термосопротивлений

- **Железо**
- Медь
- Платина

Вопрос 9.

До какой температуры (°C) допустим нагрев воды в закалочном баке

- 30
- 70
- **40**
- 80
- 50
- 60

Вопрос 10.

По какому ОСНОВНОМУ критерию выбирают материал для электрических нагревателей

- По ресурсу работы
- **По рабочей температуре**
- По удобству крепления
- По стоимости

Вопрос 11.

Наиболее рационально применение пламенной поверхностной закалки в условиях

- **Мелкосерийного производства**
- Крупносерийного производства
- Массового производства

Вопрос 12.

Минеральные масла НЕ СЛЕДУЕТ использовать для охлаждения

- **Сталей обыкновенного качества**
- Пружинно-рессорных сталей
- Быстрорежущих сталей

- Инструментальных легированных сталей

Вопрос 13.

К дополнительному оборудованию НЕ относят

- Прессы для правки изделий
- Оборудование для очистки деталей от окалины
- **Оборудование для очистки и охлаждения закалочной среды**
- Моечные машины

Вопрос 14.

Какой параметр НЕ указывают в маршрутных картах технологического процесса ТО

- Рабочую среду
- Твердость детали
- Прочность детали
- Температуру среды
- **Скорость охлаждения**

Вопрос 15.

Основным достоинством охлаждающей среды на основе водных растворов солей является

- Низкая вероятность образования закалочных трещин
- **Уменьшение "пятнистости" стали**
- Уменьшение термических поводов деталей

Вопрос 16.

Регуляторы пропорционального действия работают по закону

- Изменение мощности пропорционально скорости изменения температуры
- **Изменение мощности пропорционально отклонению температуры**
- Скорость изменения мощности пропорциональна отклонению температуры

Вопрос 17.

В каком месте обычно расположены тепловые экраны в электрических закалочных печах

- Между деталью и загрузочным окном
- **Между нагревателями и деталью**
- Между деталью и термопарой

Вопрос 18.

Для закалки углеродистых сталей необходимо обеспечить высокую скорость охлаждения в диапазоне

- **перлитного превращения**
- аустенитного превращения
- бейнитного превращения
- мартенситного превращения

Вопрос 19.

Какой из регуляторов обеспечивает максимальную точность регулирования температуры при стационарном тепловом режиме

- **Интегральный**
- Пропорциональный
- Дифференциальный

Вопрос 20.

Для расчета емкости закалочного бака необходимо знать

- Температуру кипения среды
- Теплопроводность среды
- **Теплоемкость среды**
- Температуропроводность среды

Вопрос 21.

К какому виду относится оборудование для пробоподготовки

- **К дополнительному**
- К основному
- К вспомогательному

Вопрос 22.

Взвешенные среды целесообразно использовать для закалки

- алюминиевых сплавов
- **высоколегированных сталей**
- нелегированных углеродистых сталей

Вопрос 23.

Основное достоинство пирометрического способа измерения температуры по сравнению с термопарным

- Высокая точность
- Высокое быстродействие
- **Возможность измерения температуры у движущихся объектов**

Вопрос 24.

По какой зависимости растет температура в печи при выходе ее на рабочий режим

- **По экспоненциальной**
- По линейной
- По пропорциональной
- По гиперболической

Вопрос 25.

Что покажет термопара, целиком помещенная в нагретую печь

- Температуру нагревателей
- **Отсутствие нагрева**
- Температуру футеровки печи
- Комнатную температуру

Вопрос 26.

Нагрев печей-ванн с расплавами солей целесообразно применять в условиях

- **Массового производства**
- Мелкосерийного производства
- Единичного производства

Вопрос 27.

При каком методе индукционной термической обработки на поверхности деталей пятнистость МИНИМАЛЬНА

- Метод непосредственного включения
- **Метод единовременной закалки**
- Метод непрерывно-последовательной закалки
- Метод последовательной закалки

Вопрос 28.

При индукционном нагреве с уменьшением частоты тока толщина нагреваемого поверхностного слоя

- Растет
- **Уменьшается**
- Не изменяется

Вопрос 29.

Какой способ регулирования обеспечивает максимальную равномерность температурного поля печи

- **Непрерывный**
- Позиционный
- Импульсный

Вопрос 30.

На какой стадии наблюдается максимальная скорость охлаждения в жидких средах

- Пузырчатого кипения
- Пленочного кипения
- **Конвективного теплообмена**

Вопрос 31.

При уменьшении подводимой мощности точность регулирования температуры в печи при позиционном регулировании

- Уменьшается
- Не изменяется
- **Растет**

Вопрос 32.

Основным достоинством непрерывных методов регулирования температуры по сравнению с позиционными является

- Высокая неравномерность температурного поля печи
- Малый расход электроэнергии
- Малая длительность выхода печи на рабочий режим
- Низкая стоимость регулирующего оборудования
- **Высокая точность**

Вопрос 33.

Скорость охлаждения в полимерных закалочных средах

- **Медленнее чем в воде, но быстрее чем в минеральном масле**
- Медленнее чем в спокойном воздухе
- Медленнее чем в минеральном масле, но быстрее чем в спокойном воздухе
- Быстрее чем в воде

Вопрос 34.

Основным достоинством произвольной компоновки участков термообработки является

- **Минимальные занимаемые площади**
- Рациональные транспортные маршруты
- Отсутствие подводимых коммуникаций

Вопрос 35.

Криогенная обработка после закалки увеличивает

- Ударную вязкость стали
- Трещиностойкость стали
- **Твердость стали**
- Прочность стали
- Жаропрочность стали

Вопрос 36.

Принцип действия dilatометрических измерительных термометров основан на

- **Тепловом расширении твердых тел**
- Тепловом расширении газов
- Тепловом расширении жидкостей

Вопрос 37.

Основное отличие оборудования для закалки в расплавах солей от обычных закалочных баков

- Наличие устройств для интенсивного перемешивания среды
- **Наличие устройств для подогрева среды**
- Наличие устройств для очистки и фильтрации среды
- Применение материалов с высокой коррозионной стойкостью

Вопрос 38.



По цветам побежалости можно определять температуру нагрева в диапазоне температур (С)

- от 100 до 200
- **от 200 до 300**
- от 400 до 500
- от 300 до 400
- от 0 до 100

Вопрос 39.

В чем измеряется тепловая инерция термопары

- В Кельвинах
- В градусах Цельсия
- В градусах Цельсия в секунду
- **В секундах**
- В миллиметрах

Вопрос 40.

Для нормирования термических операций рационально используют

- Хронометраж
- Микроэлементное нормирование
- **Укрупненное нормирование**

## **Паспорт курсовой работы**

по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки»,

8 семестр

### **1. Методика оценки.**

Выполнение курсовой работы (далее – КР) является обязательным видом самостоятельной работы студента по дисциплине, предусмотренным учебным планом.

Основной целью выполнения КР является формирование компетенций и соотношенных с ними индикаторов по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки», посредством закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных студентами за время теоретического обучения и прохождения практик, а также выработка навыков самостоятельного применения знаний и навыков для творческого решения конкретных задач. Выполнение курсовой работы должно способствовать подготовке их к решению более сложной задачи - выполнению выпускной квалификационной работы.

Задачами выполнения курсовой работы является овладение студентами рациональными приёмами сбора, обработки, систематизации информации, применения компьютерных технологий в области проектирования термического оборудования, применения нормативно-законодательной базы и умения оценивать эффективность реализуемых проектов и программ в региональной социально-экономической политике.

Темы КР соответствует профилю подготовки, формируются преподавателем в начале семестра и утверждаются заведующим кафедрой. Количество тем КР достаточно для обеспечения, каждого обучающегося.

Выполнение студентами КР начинается с ознакомления с примерной тематикой. Закрепление тем КР за студентами производится распоряжением заведующего кафедрой и утверждается решением кафедры.

Курсовая работа выполняется индивидуально

### *Структура курсовой работы*

Титульный лист

1. Содержание.
2. Чертеж детали и ее основные характеристики (марка материала, уровень механических свойств, программа выпуска).
3. Расчет времени термической обработки.
4. Расчет габаритных размеров рабочего пространства печи.
5. Разработка конструкции стенок печи. Выбор материалов.
6. Расчет тепловых потерь через футеровку печи.
7. Расчет тепла, идущего на нагрев металла.
8. Расчет потерь тепла излучением через открытые отверстия.
9. Расчет неучтенных потерь.
10. Расчет уравнения теплового баланса и выбор коэффициент запаса.

11. Расчет и выбор электрических нагревательных элементов (или горелок для топливных печей).
12. Выбор типа и материала нагревательных элементов.
13. Выбор способа закрепления нагревательных элементов.
14. Определение коэффициента полезного действия печи.
15. Эскиз конструкции печи.
16. Заключение. В заключении должны быть кратко отражены основные выводы по работе и сформулирован общий вывод по изученной проблеме.
17. Список литературы.
18. Приложения (если требуется).

Список литературы оформляется в соответствии с библиографическими требованиями в алфавитном порядке и включает от 10 до 20 источников (книг, статей разных авторов, интернет-источников, документов), которые были изучены при выполнении работы.

*Требования к оформлению:*

Объем КР до 25 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. КР должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилистических ошибок.

Законченная курсовая работа предоставляется для проверки в электронном виде в срок, установленный преподавателем. Преподаватель оценивает качество КР с учетом теоретического и практического содержания, достижения ее целей и задач.

Курсовая работа проверяется преподавателем. Если при выполнении КР были допущены ошибки, то работа возвращается студенту для исправления выявленных недочетов и затем вновь предоставляется руководителю для проверки. При положительном результате оценивания студент распечатывает работу, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки**

!

Курсовая работа выполнена **на продвинутом** уровне, если:

- она выполнена в полном соответствии с заданием, отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, текстовая часть оформлена с соблюдением установленных правил;
- руководитель характеризует деятельность студента положительно (в частности, отмечает его инициативу, самостоятельность, систематичность работы на всех этапах выполнения работы);
- в докладе исчерпывающе, последовательно, четко и логически правильно изложена суть работы и ее основные результаты;
- студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании;
- на все вопросы студент дал обстоятельные и аргументированные ответы, убедительно защищал свою точку зрения;
- компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая работа сформированы в полном объеме.

Оценка за выполнение КР составляет 100-87 баллов.

Курсовая работа выполнена на **базовом** уровне, если:

- соответствует заданию, отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, текстовая часть оформлена с соблюдением установленных правил;
- руководитель характеризует деятельность студента положительно, но с незначительными замечаниями;
- в докладе правильно изложена суть работы и ее основные результаты;
- студент достаточно твердо усвоил теоретический материал и может самостоятельно его применять;
- на все вопросы студент дал ответы, но их полнота и аргументированность недостаточны;
- компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая работа, сформированы с небольшими пробелами и соответствуют базовому уровню.

Оценка за выполнение КР (КП) составляет 86-73 балла.

Курсовая работа выполнена **на пороговом** уровне, если:

- выполнена в основном правильно, но без необходимой проработки некоторых разделов;
- упущены некоторые принципиальные моменты содержательной части работы;
- ответы на вопросы при защите работы вызвали существенные затруднения;
- компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, по которой выполняется курсовая работа сформированы с пробелами и соответствуют пороговому уровню.

Оценка за выполнение КР (КП) составляет 72-50 баллов.

Курсовая работа считается **не выполненной**, если студентом не проработаны важные разделы исследования, допущены принципиальные ошибки, не исправленные после замечаний руководителя курсовой КР. Студент не допущен к защите курсовой работы компетенции и соотнесенные с ними индикаторы, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая работа, не сформированы.

Оценка составляет менее 49 баллов.

### 3. Шкала оценки.

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

Курсовая работа по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов составляет от 100 до 50 баллов включительно.

Оценка за выполнение КР является частью общей оценки знаний по дисциплине «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки» и учитывается в соответствии с правилами аттестации по дисциплине.

### Примерный перечень тем курсовой работы

1. Расчет и проектирование камерной электрической печи
2. Расчет и проектирование камерной топливной газовой печи.
3. Расчет и проектирование камерной топливной мазутной печи
4. Расчет и проектирование шахтной электрической печи
5. Расчет и проектирование шахтной топливной газовой печи.
6. Расчет и проектирование шахтной топливной мазутной печи
7. Расчет и проектирование камерной электрической печи с выдвижным подом

8. Расчет и проектирование камерной топливной газовой печи . с выдвижным подом
9. Расчет и проектирование камерной топливной мазутной печи с выдвижным подом
10. Расчет и проектирование элеваторной электрической печи
11. Расчет и проектирование элеваторной топливной газовой печи.
12. Расчет и проектирование элеваторной топливной мазутной печи
13. Расчет и проектирование колпаковой электрической печи
14. Расчет и проектирование колпаковой топливной газовой печи.
15. Расчет и проектирование колпаковой топливной мазутной печи
16. Расчет и проектирование толкательной электрической печи
17. Расчет и проектирование толкательной топливной газовой печи.
18. Расчет и проектирование толкательной топливной мазутной печи
19. Расчет и проектирование карусельной электрической печи
20. Расчет и проектирование карусельной топливной газовой печи.
21. Расчет и проектирование карусельной топливной мазутной печи
22. Расчет и проектирование электрической печи с пульсирующим подом

#### **4. Примерный перечень вопросов к защите курсовой работы**

1. Какие граничные условия необходимо задать для того, чтобы рассчитать термическую печь?
2. Как выполняется расчет времени термической обработки?
3. Какие составляющие тепловых потерь входят в уравнение теплового баланса?
4. В чем заключается расчет электрических нагревательных элементов?
5. Какие критерии используются при расчете футеровки термического оборудования?
6. В чем вы видите возможности практического применения полученных результатов?