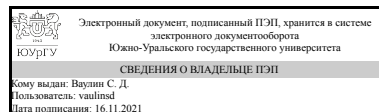


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



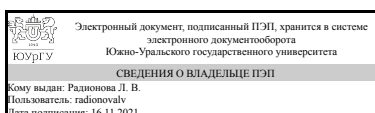
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.06.02 Нагревательные устройства цехов ОМД  
для направления 15.03.01 Машиностроение  
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат  
профиль подготовки Обработка материалов давлением  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

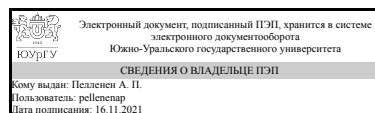
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 03.09.2015 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Л. В. Радионова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент (кн)



А. П. Пелленен

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является овладение знаниями современных видов топлива, методиками расчета его горения, теорией нагрева металла в печах и электронагревательных установках; способность решать задачи по выбору и проектированию нагревательных устройств, используемых в металлургическом производстве, делать технико-экономический анализ функционирования печей и нагревательных установок, работающих на разных видах энергоносителей.

## Краткое содержание дисциплины

1. Общая характеристика топлива. Вид и состав топлива. Теплота сгорания топлива. 1.1. Газообразное топливо. 1.2. Жидкое топливо 1.3. Твердое топливо. 2. Основы теории горения. 2.1. Химические процессы в пламени. 2.2. Расчеты горения в топливе. 3. Устройство для сжигания топлива. 3.1. Для сжигания газа. 3.2. Для сжигания жидкого топлива. 3.3. Радиантные трубы. 3,4, Общие принципы выбора рациональных методов сжигания топлива. 4. Энергоносители в металлургическом производстве. 4.1. Электрические нагревательные устройства. 4.1.1. Электроды прямого нагрева. 4.1.2. Эл. печи косвенного нагрева. 4.1.3. Индукционный электронагрев

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	Знать: Основы расчетов оборудования теплотехнических устройств
	Уметь: разрабатывать расчетную документацию
	Владеть: способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов в соответствии с техническими заданиями
ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Знать: основы изучения информации
	Уметь: систематически изучать научно-техническую информацию
	Владеть: способностью к изучению отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.06 Физика	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
------------	------------

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40	
Подготовка к лабораторным работам	36	36	
Подготовка к зачету	4	4	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Вид, состав, горение топлива. Основы механики печных газов	12	8	0	4
2	Основы теплопередачи	12	4	0	8
3	Устройство для сжигания топлива	8	4	0	4

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Вид и состав топлива, теплота сгорания топлива	2
2	1	Основные законы газового состояния и характер движения потоков	2
3	1	Основные положения теории горения и расчет горения топлива	2
4	1	Потери напора движущегося потока. Движения газов в печах	2
5	2	Способы переноса теплоты. Возможные потери теплоты	2
6	2	Основное уравнение стационарной теплопроводности. Передача теплоты несколькими видами теплопередачи	2
7	3	Пламенные газовые горелки. Беспламенные газовые горелки	2
8	3	Радиантные трубы	2

##### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Ознакомление с устройством электрической камерной печи и составление ее теплового баланса.	4
2	2	Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева.	4
3	2	Моделирование термообработки металла в колпаковой печи	4
4	3	Исследование процесса окисления сталей при нагреве.	4

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566926">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566926</a>	36
Подготовка к зачету	1. Семикин И.Д. , Аверин С.И. Топливо и топливное хозяйство металлургических заводов. М. Металлургия, 1965. 391 с. 2. Артюков В.А. Митколинный В.И. Металлургическая теплотехника. В 2-х томах: М., Металлургия , 1986. 3. Теплотехнические расчеты металлургических печей/Злобин Б.Ф., Казяев М.Д. и др. М.:Металлургия 1982	4

### 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Лекции с разбором конкретных ситуаций	Лекции	Примеры расчетов горения топлива,, расчет электродуговых печей, выбор устройств для сжигания топлива	2

### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Вид, состав, горение топлива. Основы механики печных газов	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Оценка выполнения студентом лабораторной работы Ознакомление с устройством электрической камерной печи и составление ее теплового баланса.	1
Основы теплопередачи	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Оценка выполнения студентом лабораторной работы Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева.	2
Устройство для сжигания топлива	ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	Оценка выполнения студентом лабораторной работы Моделирование термообработки металла в колпаковой печи	3
Устройство для сжигания топлива	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Оценка выполнения студентом лабораторной работы Исследование процесса окисления сталей при нагреве.	4
Все разделы	ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Зачет	1,2,3,4

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
	<p>Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов – 3. 3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю</p> <p>Зачтено.: Рейтинг</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла) Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл)</p>

	<p>обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла): Незачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл) Весовой коэффициент мероприятия – 0,15</p>	
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева.</p>	<p>Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов – 3. 3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю Зачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла): Незачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл) Весовой коэффициент мероприятия – 0,15</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла) Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл)</p>
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Моделирование термообработки металла в колпаковой печи</p>	<p>Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов – 3. 3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю Зачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла): Незачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл) Весовой коэффициент мероприятия – 0,15</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла) Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл)</p>
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Исследование процесса окисления сталей при нагреве.</p>	<p>Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла)</p>

	<p>деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).  Максимальное количество баллов – 3. 3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю; 1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю  Зачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (2-3 балла): Незачтено.: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл) Весовой коэффициент мероприятия – 0,15</p>	<p>Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-1 балл)</p>
	<p>На зачёте происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Если рейтинг студента в течение семестра за все текущие контрольные мероприятия не менее 60 %, то он получает возможность получить зачёт по результатам работы в течение семестра. Если же рейтинг студента в течение семестра за какое-нибудь контрольное мероприятие меньше 60%, то студенту предоставляется право сдавать зачёт в традиционной форме (устно по билетам) Билет содержит два вопроса. На подготовку к ответу по билету студентам даётся 20 минут, на ответ – 10 минут. Максимальный балл за верный ответ на каждый вопрос – 5 баллов.  Критерии оценивания: 5 баллов – ответ верный и полный, 4 балла – ответ верный, но не полный, 3 балла – ответ содержит незначительные ошибки, 2 балла – ответ не полный, однако студент демонстрирует представление о изучаемом предмете, 1 балл – ответ неверный, студент не может объяснить ключевой термин из вопроса билета, 0 баллов – студент не может дать ответ на вопрос билета или не приступал к его выполнению.  Общий максимальный балл за зачёт – 10 баллов. Весовой коэффициент мероприятия – 0,4</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. (6-10 баллов)  Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие меньше 60 %. (0-5 баллов)</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Область применения камерных печей? Виды топлива, используемые в камерных печах для нагрева металла?</li> <li>2. Охарактеризовать конструктивные особенности камерной электрической печи сопротивления, используемой в лабораторной работе.</li> <li>3. Каков теплообмен в печи при нагреве заготовки?</li> <li>4. Каким образом обеспечиваются требования экологической безопасности при работе камерных печей?</li> </ol>
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите причины образования окалины при нагреве металла.</li> <li>2. От каких факторов зависит поверхностное окалинообразование?</li> <li>3. Каков химсостав окалины при нагревании стали?</li> <li>4. Какие методы используются для уменьшения окалинообразования? Какова эффективность их применения?</li> </ol>
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Моделирование термообработки металла в колпаковой печи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие существуют способы укладки на поду печи?</li> <li>2. Как влияет способ укладки заготовок на продолжительность и температуру нагрева?</li> <li>3. Как влияет форма поперечного сечения заготовки на продолжительность нагрева?</li> <li>4. Какие используются мероприятия для сокращения времени нагрева заготовок?</li> </ol>
<p>Оценка выполнения студентом лабораторной работы Исследование процесса окисления сталей при нагреве.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить типы колпаковых печей и описать их назначение.</li> <li>2. Охарактеризовать режим термообработки в колпаковых печах.</li> <li>3. Назвать виды топлива, используемые в колпаковых печах.</li> <li>4. Какие методы используются для предотвращения окисления поверхности металла при термообработке в колпаковых печах?</li> <li>5. Какие виды теплопередачи возможны при отжиге в колпаковых печах?</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация топлива. Виды горения</li> <li>2. Цель расчета горения топлива. Выбор и назначение температурного режима печи</li> <li>3. Факторы, влияющие на теплообмен в печах. Цель расчета теплового баланса печи</li> <li>4. Устройства для сжигания топлива. Расчет внешнего и внутреннего теплообмена</li> <li>5. Установки индукционного нагрева. Электрические печи</li> <li>6. Выбор топлива</li> <li>7. Расчет нагревательного устройства</li> <li>8. Расчет электропечи.</li> <li>9. Расчет газовой печи.</li> <li>10. Расчет количества топлива для нагрева</li> </ol>



заготовки. 11. Выбор и расчет карусельной печи 12. Расчет печи с шагающим подом. 13. Расчет камерной печи. 14. Расчет производительности нагревательного устройства
---

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### *а) основная литература:*

1. Кривандин, В. А. *Металлургическая теплотехника Т. 1 Теоретические основы Учебник* Под науч. ред. В. А. Кривандина. - М.: Metallurgia, 1986. - 424 с.

#### *б) дополнительная литература:*

1. *Теплотехнические расчеты металлургических печей Учеб. пособие для металлург. спец,* Под науч. ред. А. С. Телегина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Metallurgia, 1982. - 358 с. ил.

#### *в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:* Не предусмотрены

#### *г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. *Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.*
2. *Горячев, Е.А. Проектирование нагревательных печей: учебное пособие для выполнения курсового проекта / Е.А. Горячев, А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с. [http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000557841&dtype=F&etype=.pdf](http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000557841&dtype=F&etype=.pdf)*
3. *Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.*
4. *Степанцова, Л.Г. Расчет нагревательных печей: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. - Челябинск, ЧПИ 1989 44с*
5. *Выбор конструкции и расчет установок индукционного нагрева с применением ЭВМ: Методические указания к самостоятельной работе студентов / Составитель В.И. Трусковский.- Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1993. - 32 с.*

#### *из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. *Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.*
2. *Горячев, Е.А. Проектирование нагревательных печей: учебное пособие для выполнения курсового проекта / Е.А. Горячев, А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с. [http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000557841&dtype=F&etype=.pdf](http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000557841&dtype=F&etype=.pdf)*
3. *Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.*

4. Степанцова, Л.Г. Расчет нагревательных печей: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. - Челябинск, ЧПИ 1989 44с

5. Выбор конструкции и расчет установок индукционного нагрева с применением ЭВМ: Методические указания к самостоятельной работе студентов / Составитель В.И. Трусовский.- Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1993. - 32 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Петелин А.Л., Михалина Е.С. Термодинамика и кинетика металлургических процессов. Курс лекций. <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/1846/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/1846/#1</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сазанов, Б.В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2014. — 275 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/72273">http://e.lanbook.com/book/72273</a>
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Горячев, Е.А. Проектирование нагревательных печей: учебное пособие для выполнения курсового проекта / Е.А. Горячев, А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 70 с. <a href="http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000557841&amp;dtype=F&amp;etype=.pdf">http://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000557841&amp;dtype=F&amp;etype=.pdf</a>
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566926">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000566926</a>

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	107 (Л.к.)	Нагревательные печи.
Лекции	333	Мультимедийный класс

	(Л.К.)	
--	--------	--