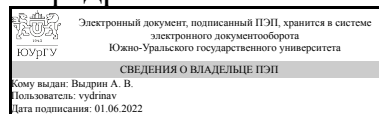


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



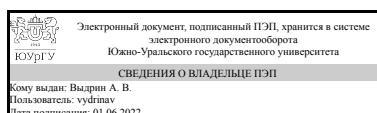
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.21.01 Нагревательные печи  
для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Инжиниринг технологического оборудования  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

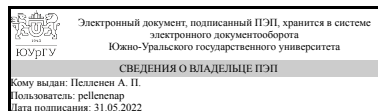
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



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
ПК-4 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Знает: Принципы работы и основное устройство основного и вспомогательного оборудования для нагрева и термообработки в промышленности Умеет: Подбирать оборудование для нагрева и термообработки, определять необходимые технологические характеристики с учётом требований к свойствам конструкционных материалов и необходимой производительности участка Имеет практический опыт: Разработки проектной и технической документации по выбору нагревательного оборудования, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Металлургические процессы, Гидравлика, Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр),	Не предусмотрены

Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Металлургические процессы	<p>Знает: Современные технологии изготовления передельной и готовой продукции металлургических и машиностроительных предприятий, общие представления о структуре и составе современных металлургических и машиностроительных предприятий, Основные технологические процессы на основных участках различных переделов металлургического производства</p> <p>Умеет: Вести самостоятельный поиск новой информации по металлургическим и машиностроительным технологиям и процессам, Подбирать технологический процесс для реализации поставленных задач на производстве, оценивать необходимые технологические характеристики с учётом требований к качеству готовой продукции и необходимой производительности участка</p> <p>Имеет практический опыт: Выбора технологического процесса и оборудования для его реализации с учётом поставленной задачи, разработки проектной и технической документации по конструированию металлургического оборудования, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>
Гидравлика	<p>Знает: Основные схемы гидравлических систем, основы выбора характеристик и технологических параметров гидравлических систем. Методы инженерных расчетов потоков в проточных частях и трубопроводах, предназначенных для реализации технологических процессов.</p> <p>Умеет: Составлять техническую документацию с обоснованием параметров трубопроводов и запорно-регулирующей аппаратуры</p> <p>Имеет практический опыт: Получения практических результатов на основе гидравлических расчетов. Подготовки технических заданий на разработку проектных решений с использованием программных пакетов для разработки эскизных, технических и рабочих проектов</p>
Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	<p>Знает: тенденции развития научных исследований, стандарты и правила оформления технической документации</p> <p>Умеет: планировать и</p>

	решать задачи в своей профессиональной деятельности с учетом направления развития научных исследований, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Имеет практический опыт: обеспечения оптимальной технологичности изготовления изделий, выбора способов реализации технологических процессов
Производственная практика, научно-исследовательская работа (6 семестр)	Знает: тенденции развития научных исследований, стандарты и правила оформления технической документации Умеет: планировать и решать задачи в своей профессиональной деятельности с учетом направления развития научных исследований, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Имеет практический опыт: обеспечения оптимальной технологичности изготовления изделий, выбора способов реализации технологических процессов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

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>	35,75	35,75	
Подготовка к лабораторным работам	20	20	
Подготовка к зачету	15,75	15,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид 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	Исследование процесса окисления сталей при нагреве.	4
3	2	Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева.	4
4	3	Моделирование термообработки металла в колпаковой печи	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.	7	20
Подготовка к зачету	Нагревательные устройства цехов ОМД: лабораторный практикум / А.П. Пелленен. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 37 с.	7	15,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Лабораторная работа Ознакомление с устройством электрической камерной печи и составление ее теплового баланса	25	3	Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. 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 При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Результаты оценивания доклада отражаются в журнале оценок в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"	зачет
2	7	Текущий контроль	Лабораторная работа Исследование процесса окисления сталей при нагреве	25	3	Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. 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 При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Результаты оценивания доклада отражаются в журнале оценок в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"	зачет
3	7	Текущий	Лабораторная работа	25	3	Студенты готовят отчет по итогам	зачет

		контроль	Влияние способа укладки заготовок в печи на продолжительность нагрева			<p>выполнения лабораторной работы. Максимальное количество баллов – 3.</p> <p>3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю;</p> <p>2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю;</p> <p>1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю</p> <p>При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Результаты оценивания доклада отражаются в журнале оценок в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"</p>	
4	7	Текущий контроль	Лабораторная работа Моделирование термообработки металла в колпаковой печи	25	3	<p>Студенты готовят отчет по итогам выполнения лабораторной работы. Максимальное количество баллов – 3.</p> <p>3 балла: студент подготовился к лабораторной работе, работа выполнена в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю;</p> <p>2 балла: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена не в полном объеме, отчет подготовлен и сдан преподавателю;</p> <p>1 балл: студент не подготовился к лабораторной работе, работа выполнена частично, отчет не сдан преподавателю</p> <p>При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Результаты оценивания доклада отражаются в журнале оценок в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"</p>	зачет
5	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>На зачёте происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Если студент в течение семестра выполнил все текущие контрольные мероприятия на 7 баллов и более, то</p>	зачет

					<p>он получает возможность получить зачёт по результатам работы в течение семестра. Если же студент набрал в течение семестра при выполнении текущих работ 6 баллов и менее, то студенту предоставляется право сдавать зачёт в традиционной форме (устно по билетам).</p> <p>В билете содержится 2 вопроса. Студент получает 5 баллов, если правильно и полно ответил на два вопроса билета. Студент получает 4 балла, если правильно, но не полно ответил на два вопроса билета. Студент получает 3 балла, если правильно ответил на один вопрос билета. Студент получает 2 балла, если неправильно ответил на два вопроса билета. Студент получает 1 балл, если не явился на зачет. Студент получает зачет, если наберет не менее 3 баллов.</p> <p>При выставлении оценки используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Результаты отражаются в журнале оценок в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"</p>	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачёт проводится в традиционной форме (устно по билетам). На подготовку к ответу по билету студентам даётся 20 минут, на ответ – 5 минут.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-4	Знает: Принципы работы и основное устройство основного и вспомогательного оборудования для нагрева и термообработки в промышленности	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: Подбирать оборудование для нагрева и термообработки, определять необходимые технологические характеристики с учётом требований к свойствам конструкционных материалов и необходимой производительности участка	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: Разработки проектной и технической документации по выбору нагревательного оборудования, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам,	+	+	+	+	+



Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

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

## 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>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. 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 (Л.к.)	Мультимедийный класс