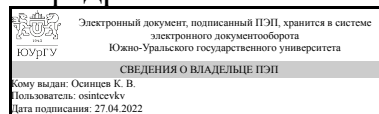


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



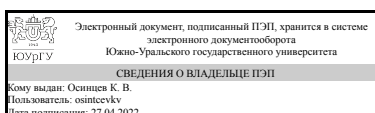
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.02 Промышленные печи  
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Промышленная теплоэнергетика  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

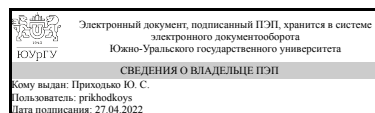
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

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



К. В. Осинцев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Ю. С. Приходько

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Учебная дисциплина "Промышленные печи" является заключительным этапом в подготовке бакалавров, поэтому цель ее сформировать из бакалавра дипломированного специалиста в области работы промышленных печей для термообработки. Основной задачей данной дисциплины является детальное изучение печей для термообработки их конструкции, аэродинамики, теплообмена и теплогенерации печного агрегата, а также современных компьютерных методов проектирования и расчета печного агрегата. Основными обобщенными задачами дисциплины (компетенциями) является разработка и осуществление технологических процессов получения и обработки металлов и сплавов, разработки и осуществление энерго- и ресурсосберегающих технологий в области металлургии и металлообработки, проектирование технологических процессов с использованием автоматизированных систем, оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий, оценка экономической эффективности технологических процессов, технико-экономическое обоснование и разработка новых технологических процессов, разработка проектов промышленных агрегатов и оборудования, конструирование и расчет новой технологической оснастки и ее элементов.

## **Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Введение Классификация пирометаллургических процессов осуществляемых в печах для термообработки металлов. Роль промышленных печей в обработке цветных, черных металлов и их сплавов на современном этапе. Раздел 2. Современные методы проектирования печей. Методы расчета и моделирования. Современные компьютерные программы. Алгоритм расчета. Раздел 3. Индукционные печи Основы конструкции индукционных печей. Индукционные канальные печи с железным сердечником и высокочастотные тигельные печи. Огнеупорные материалы, идущие на изготовление футеровки печей, и набивка подового камня. Охлаждение индуктора и футеровки канальной части печи. Индукционный вакуумный агрегат для плавки и отливки металлов высокой частоты. Параметры и показатели печей. Направления совершенствования и перспективы. Раздел 4. Электрические печи сопротивления Конструкция тигельных электрических печей сопротивления для легкоплавких металлов и их сплавов. Нагревательные элементы. Электромиксеры для полунепрерывного литья. Их конструкция, основные показатели и расчет. Раздел 5. Камерные, садочные печи нагрева и обработки металлов Нагрев, отжиг, нормализация, закалка, отпуск, цементация и азотирование. Конструкции и основы расчета. Раздел 6. Печи для нагрева слитков (нагревательные колодцы). Основы конструкции. Компоновка нагревательных колодцев в группу. Футеровка и её служба в нагревательных колодцах. Регенеративные и рекуперативные колодцы и колодцы с верхним отоплением. Раздел 7. Камерные печи с выкатным подом Основы конструкции печей. Расположение горелок, дымоотборов и их влияние на неравномерность нагрева металла. Высокосредние и низкотемпературные печи. Расположение в них горелочных устройств. Использование в печах специальной защитной атмосферы. Расчет печи с выкатным подом. Раздел 8. Колпаковые печи. Электрические, с муфельированием металла и муфельированием пламени. Основы конструкции печей. Параметры и показатели колпаковых печей. Методы их расчета и области применения. Раздел 9. Щелевые

печи с ручной или механизированной подачей металла Основы конструкции. Методика расчета печей. Показатели работы и направление усовершенствования. Раздел 10. Вертикальные термические печи Основы конструкции. Методика расчета (выбора) печей. Показатели работы. Направления их усовершенствования. Раздел 11. Проходные, методические печи Общая характеристика методических печей. Конструкции и методы расчета. Раздел 12. Термообработка металлов Общие положения тепловых расчетов методических печей.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению и экологической безопасности на объектах профессиональной деятельности	Знает: виды промышленных печей Умеет: рассчитывать время нагрева заготовок в печи Имеет практический опыт: расчету режимов работы печей

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория автоматического управления, контроля и прогнозирования на основе нейросетевых алгоритмов, Введение в направление, Теоретические основы технической термодинамики, Вопросы экологии в теплоэнергетике, Производственная практика, эксплуатационная практика (7 семестр)	Производственная практика, преддипломная практика (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Введение в направление	Знает: основные понятия и определения, используемые в рамках направления подготовки Умеет: ориентироваться в технических областях профессиональной деятельности Имеет практический опыт: основными понятиями и определениями, направления подготовки; пониманием необходимости системного решения технико-экологических проблем.
Вопросы экологии в теплоэнергетике	Знает: вредные для окружающей среды вещества Умеет: рассчитывать концентрацию вредных веществ Имеет практический опыт: рассчитывать концентрацию вредных веществ
Теоретические основы технической термодинамики	Знает: способы расчета термодинамических циклов Умеет: рассчитывать работу в цикле

	паросиловых установок Имеет практический опыт: выбора справочных данных для расчета цикла паросиловых установок
Теория автоматического управления, контроля и прогнозирования на основе нейросетевых алгоритмов	Знает: по расчету вспомогательных конструкций тепловых сетей Умеет: проводить измерения теплотехнических параметров Имеет практический опыт: по построению нейросетевых алгоритмов
Производственная практика, эксплуатационная практика (7 семестр)	Знает: объекты профессиональной деятельности, а именно оборудование котельных и тепловых электрических станций Умеет: проводить измерения теплотехнических параметров; разрабатывать режимные карты Имеет практический опыт: выбора оборудования производственных котельных и тепловых электрических станций

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
подготовка к диф.зачету	89,75	89,75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	1	1	0
2	Современные методы проектирования печей	2	1	1	0
3	Индукционные печи	2	1	1	0
4	Электрические печи сопротивления	2	1	1	0
5	Камерные, садочные печи нагрева и обработки металлов	1	1	0	0

6	Печи для нагрева слитков (нагревательные колодцы)	1	1	0	0
7	Камерные печи с выкатным подом	1	1	0	0
8	Колпаковые печи	1	1	0	0
9	Щелевые печи с ручной или механизированной подачей металла	0	0	0	0
10	Вертикальные термические печи	0	0	0	0
11	Проходные, методические печи	0	0	0	0
12	Термообработка металлов	0	0	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение	1
2	2	Современные методы проектирования печей	1
3	3	Индукционные печи	1
4	4	Электрические печи сопротивления	1
5	5	Камерные, садочные печи нагрева и обработки металлов	1
6	6	Печи для нагрева слитков (нагревательные колодцы)	1
7	7	Камерные печи с выкатным подом	1
8	8	Колпаковые печи	1
9	9	Щелевые печи с ручной или механизированной подачей металла	0
10	10	Вертикальные термические печи	0
11	11	Проходные, методические печи	0
12	12	Термообработка металлов	0

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение	1
2	2	Современные методы проектирования печей	1
3	3	Индукционные печи	1
4	4	Электрические печи сопротивления	1
5	5	Камерные, садочные печи нагрева и обработки металлов	0
6	6	Печи для нагрева слитков (нагревательные колодцы)	0
7	7	Камерные печи с выкатным подом	0
8	8	Колпаковые печи	0
9,10	9	Щелевые печи с ручной или механизированной подачей металла	0
11,12	10	Вертикальные термические печи	0
13,14	11	Проходные, методические печи	0
15,16	12	Термообработка металлов	0

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 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 диф.зачету	Ученое пособие по освоению дисциплины "Котельные установки и парогенераторы" для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 - «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения, специалистов по повышению квалификации «Энергообеспечение предприятий» и работников теплоэнергетики <a href="https://e.lanbook.com/book/137668">https://e.lanbook.com/book/137668</a>	9	89,75

## 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	Учитывается в ПА
1	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №1	1	10	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос - 30 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ	дифференцированный зачет

						на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
2	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №2	1	10	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос - 30 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 10.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	дифференцированный зачет
3	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3	1	10	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос - 30 минут.</p> <p>При оценивании</p>	дифференцированный зачет

					<p>результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 10.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>		
4	9	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4	1	10	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос - 30 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос</p>	дифференцированный зачет



						соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
5	9	Промежуточная аттестация	Курсовой проект	-	10	<p>Техническое задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю программный продукт. В процессе демонстрации программного продукта проверяется: соответствие программы техническому заданию; работоспособность в различных режимах. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите.</p> <p>В последнюю неделю семестра проводится защита КР.</p> <p>На защиту студент предоставляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развернутое техническое задание.</li> <li>2. Программный продукт.</li> <li>3. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации.</li> <li>4. Программную документацию, указанную в разделе «Требования к программной документации» технического задания.</li> </ol> <p>Защита курсовой</p>	дифференцированный зачет

					<p>работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей.</p> <p>На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Показатели оценивания:</p> <p>– Соответствие техническому заданию:  4 балла – полное соответствие техническому заданию, работоспособность во всех режимах  3 балла – полное соответствие техническому заданию, работоспособность в подавляющем большинстве режимов  2 балла – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов  1 балл – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов</p>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>0 баллов – не соответствие техническому заданию, неработоспособность или работоспособность только в малой части режимов</p> <p>– Качество пояснительной записки:</p> <p>3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями</p> <p>2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями</p> <p>1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения</p> <p>0 балл –</p>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>– Защита курсовой работы:</p> <p>3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы</p> <p>2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы</p> <p>1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы</p> <p>0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные</p>	
--	--	--	--	--	--	--

						ошибки Максимальное количество баллов – 10.	
6	9	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	-	50	<p>Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 25 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 50.</p>	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 25 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 50.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	<p>Техническое задание выдается в первую неделю семестра.</p> <p>За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю программный продукт. В процессе демонстрации программного</p>	В соответствии с п. 2.7 Положения

продукта проверяется: соответствие программы техническому заданию; работоспособность в различных режимах. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Развернутое техническое задание. 2. Программный продукт. 3. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. 4. Программную документацию, указанную в разделе «Требования к программной документации» технического задания. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)

Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 4 балла – полное соответствие техническому заданию, работоспособность во всех режимах 3 балла – полное соответствие техническому заданию, работоспособность в подавляющем большинстве режимов 2 балла – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, работоспособность только в части режимов 0 баллов – не соответствие техническому заданию, неработоспособность или работоспособность только в малой части режимов – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме

	<p>исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки</p> <p>Максимальное количество баллов – 10.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: виды промышленных печей	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: рассчитывать время нагрева заготовок в печи	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: расчету режимов работы печей	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

*а) основная литература:*

- Ильичев, В. Г. Автоматизация металлургических машин и агрегатов Текст учеб. пособие к курс. работе ЧПИ им. Ленинского комсомола ; Каф. Обработка металлов давлением (прокатка) ; под ред. А. С. Федосиенко. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1989. - 50 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

- Ионин, А. А. Газоснабжение [Текст] Учеб. для вузов по спец."Теплогасоснабжение и вентиляция" А. А. Ионин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1989. - 439 с. ил.

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

- Промышленная энергетика, подшивка журналов за 2011, 2012 г.г
- Теплоэнергетика, подшивка журналов за 2011-2013 г.г

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

- Реш А.Г. Промышленные печи: методическое пособие

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

#### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система	Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	277 (1)	лабораторная установка "Исследование конвективного теплообмена"