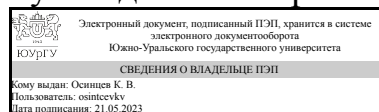


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



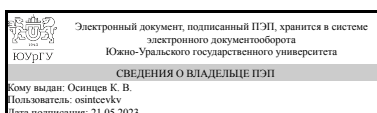
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.01 Системы рекуперации теплоты  
для направления 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

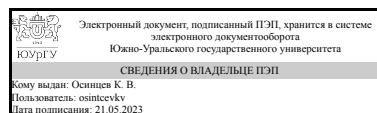
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 146

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



К. В. Осинцев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



К. В. Осинцев

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целями изучения дисциплины является формирование у студентов знаний и умений в области рекуперации теплоты, теплоэнергетических систем и теплоэнергетических балансов промпредприятий, обеспечивающих централизованное производство, преобразование, распределение и увязку потоков энергоносителей, используемых для надежного и экономичного проведения технологических процессов. Задачами изучения дисциплины является приобретение умений и навыков по формулировке целей, выявления приоритетных решений задач в области ТЭС ПП, проектированию, эксплуатации, методам системного анализа и математического моделирования теплоэнергетических систем и теплоэнергетических балансов промпредприятий, обеспечивающих в любой момент времени балансирование и рациональное использование всех производимых и потребляемых на нем энергоресурсов.

## **Краткое содержание дисциплины**

Тема 1. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий, в том числе системы рекуперации теплоты. Общие сведения о системах рекуперации теплоты, теплоэнергоснабжения; обобщенная схема теплоснабжения промышленного предприятия. Система промышленного теплоснабжения промышленного предприятия. Системы промышленного теплоснабжения: общие сведения; водяные системы; паровые системы; теплоснабжение промышленных предприятий. Системы пароснабжения предприятия: назначение, состав и схемы пароснабжения; обобщенная схема системы пароснабжения предприятия; парогенерирующие установки и станции; паровые сети; установки и сооружения для сбора и возврата конденсата технологического пара. Системы технологического водоснабжения: общие сведения; охлаждающие устройства в оборотных системах водоснабжения; сооружения для очистки загрязненных стоков в оборотных системах водоснабжения; системы воздухообеспечения. Газоснабжение промышленных предприятий: назначение, состав и схемы газоснабжения; газосмесительные станции (ГСС). Общие и отличительные принципы построения подсистем СТЭС ПП: общие принципы построения подсистем; некоторые научные задачи промышленной энергетики; отличительные принципы построения подсистем; схемы теплоснабжения. Принципы приема, распределения и использования ресурса в различных системах: прием и распределение ресурсов, элементная база центральных и местных пунктов трансформации ресурса, потребление ресурсов; использование отработанных ресурсов. Тема 2. Контроль, регистрация и регулирование параметров ресурса системы при его преобразовании, распределении и использовании в системах теплоэнергоснабжения. Основные задачи контроля, регистрации и регулирования систем теплоэнергоснабжения. Технические средства систем управления: структура технических средств; средства локального контроля и регулирования; регуляторы прямого действия; назначение дроссельно-регулирующей арматуры. Контроль и регулирование систем теплоэнергоснабжения: контроль и регулирование котельных; контроль и регулирование паровой сети; автоматизация, диспетчеризация. Тема 3. Энергетические балансы промышленных предприятий. Автоматизированные системы сбора и обработки данных по балансам систем теплоэнергоснабжения промпредприятий. Общие сведения об энергобалансах: топливно-энергетический баланс предприятий; виды и назначение

энергетических балансов; анализ энергетических балансов. Топливные балансы. Пароконденсатные балансы: методы сведения балансов производственного пара; аккумулярование производственного пара; выравнивание производительности утилизационных установок. Балансы горючих ВЭР: общие положения; методы сведения балансов доменного и коксового газов. Основы построения систем мониторинга энергобалансов промышленного предприятия: основы построения информационной системы; принципы организации информационной системы. Теплоэнергетические системы, энергетические балансы и энергосбережение. Моделирование и оптимизация в энергетике, математическое программирование, системные исследования в энергетике. Автоматизация системы сбора и обработки данных по балансам системы теплоэнергоснабжения промышленного предприятия.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Знает: устройство систем рекуперации теплоты Умеет: рассчитывать системы рекуперации теплоты Имеет практический опыт: составления схем систем рекуперации теплоты

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.03 Системы аккумулярования энергии, 1.О.02 История и методология науки и техники, ФД.02 Системы резервного энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.03 Системы аккумулярования энергии	Знает: системы аккумулярования энергии Умеет: рассчитывать системы аккумулярования энергии Имеет практический опыт: составления схем для систем аккумулярования энергии
1.О.02 История и методология науки и техники	Знает: современные методы исследования, способы формулирования целей и задач исследования Умеет: применять современные методы исследования, выявлять приоритеты решения задач Имеет практический опыт: в оценке результатов выполненной работы, в выборе критериев оценки
ФД.02 Системы резервного энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии	Знает: системы резервного энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии Умеет: разрабатывать схемы для систем резервного энергообеспечения на основе

	возобновляемых источников энергии Имеет практический опыт: использования справочных данных для систем резервного энергообеспечения на основе возобновляемых источников энергии
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
Контрольная работа №2	20	20	
Контрольная работа №1	31	31	
Контрольная работа "Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь"	0,5	0.5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Теплоэнергетические системы, в том числе системы рекуперации теплоты	12	6	6	0
2	Контроль, регистрация и регулирование параметров ресурса системы при его преобразовании, распределении и использовании в системах теплоэнергоснабжения	10	6	4	0
3	Рекуперация теплоты в промышленности на примере энергетического предприятия	12	6	6	0
4	Рекуперация теплоты в промышленности на примере металлургического предприятия	6	6	0	0
5	Рекуперация теплоты в промышленности на примере нефтегазового предприятия	6	6	0	0
6	Виды теплообменных аппаратов	2	2	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Теплоэнергетические системы, в том числе системы рекуперации теплоты	6
2	2	Контроль, регистрация и регулирование параметров ресурса системы при его преобразовании, распределении и использовании в системах теплоэнергоснабжения	6
3	3	Рекуперация теплоты в промышленности на примере энергетического предприятия	6
4	4	Рекуперация теплоты в промышленности на примере металлургического предприятия	6
5	5	Рекуперация теплоты в промышленности на примере нефтегазового предприятия	6
6	6	Виды теплообменных аппаратов	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Оптимальные интервалы падения давления и температуры в паропроводах	6
3	2	Контроль, регистрация и регулирование параметров ресурса системы при его преобразовании, распределении и использовании в системах теплоэнергоснабжения	4
2	3	Использование отработавшего пара (ВЭРов)	6

## 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
Контрольная работа №2	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. —424 с.: ил., глава 5, с. 106-144	3	20
Контрольная работа №1	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. —424 с.: ил., глава 13, с. 390-402	3	31
Контрольная работа "Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь"	Современные методы термодинамического анализа энергетических установок / Д.П. Гохштейн – М.: Энергия, 1969. – 368 с.: ил., главы 3-5 , с. 105-350.	3	0,5

## 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	3	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.</p> <p>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос -45 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 – 6.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	экзамен
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	6	<p>Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.</p> <p>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на опрос -15 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 – 6.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	экзамен

3	3	Текущий контроль	Контрольная работа "Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь"	1	10	<p>Проверка контрольной работы осуществляется по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. Контрольная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.</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>Критерии начисления баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно – 10 баллов</li> <li>- расчетная и графическая части выполнены верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат – 8 баллов</li> <li>- расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания – 6 баллов</li> <li>- в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный – 4 балла</li> <li>- в расчетной и графической частях есть грубые замечания, но ход выполнения верен – 2 балла</li> <li>- работа не представлена или содержит грубые ошибки – 0 баллов</li> </ul> <p>Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	экзамен
4	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	6	<p>Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -135 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. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос - 135 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-1	Знает: устройство систем рекуперации теплоты	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: рассчитывать системы рекуперации теплоты	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: составления схем систем рекуперации теплоты	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Костюк, А. Г. Газотурбинные установки [Текст] Учеб. пособие для теплоэнерг. и энергомашиностроит. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1979. - 254 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Стационарные газотурбинные установки [Текст] справочник под общ. ред. Л. В. Арсеньева, В. Г. Тырышкина. - Л.: Машиностроение, 1989. - 542 с. ил.

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

1. Электронные ресурсы Интернета
2. ЭБС "Лань"
3. Теплоэнергетика, 2011-2019 гг,
4. Промышленная теплоэнергетика, 2011-2019 гг,
5. Вестник ЮУрГУ серия энергетика, 2011-2019 гг

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

1. Бабинкова Н.С. , С.Н. Липатников, В.М. Форостов Энергетические установки электростанций,, Челябинск. - Изд. ЮУрГУ, 2001, Ч.2, 136 с.



2. Осинцев К.В. Теплотехника. - Челябинск: Изд.ательский центр ЮУРГУ, 2010.- 213с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Бабинкова Н.С. , С.Н. Липатников, В.М. Форостов Энергетические установки электростанций,, Челябинск.- Изд.ЮУРГУ, 2001, Ч.2, 136 с.

2. Осинцев К.В. Теплотехника. - Челябинск: Изд.ательский центр ЮУРГУ, 2010.- 213с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	1.Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях:учебник для вузов / О.Л. Данилов , А. Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010 <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Назмеев Ю.Г. , Конаахина И.А. Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий.- М.- МЭИ.- 2002. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сазанов Б.В., Ситас В.И. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учебное пособие для вузов.-М.: Издательский дом МЭИ, 2013.- 275 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Вивденко Ю.Н. Технологические системы производства деталей наукоемкой техники: учебное пособие для вузов.- Элект.дан.- М.: 2006.- 559с <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	1. Современные методы термодинамического анализа энергетических установок / Д.П. Гохштейн – М.: Энергия, 1969.-368 с. <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Техэксперт(31.12.2022)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-----	---	--------------------------------------------------------------

занятий	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	272а (1)	Программы обучения в Power Point iSpring Suite. Проектор с подсоединенным к нему компьютером.