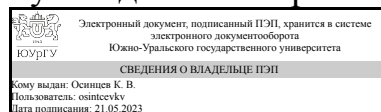


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



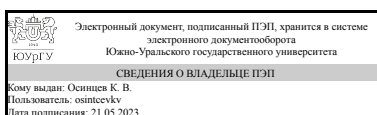
К. В. Осинцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.03 Методы повышения эффективности теплопередачи
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
уровень Бакалавриат
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

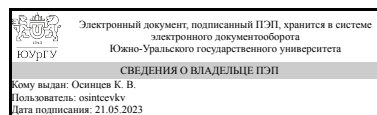
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

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



К. В. Осинцев

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



К. В. Осинцев

1. Цели и задачи дисциплины

Цели - изучить основы интенсификации процессов тепло- и массообмена, свойства жидких и газообразных теплоносителей в теплоэнергетике. Задачи - освоить теоретические и экспериментальные методы повышения эффективности тепломассообмена.

Краткое содержание дисциплины

1. Теоретические методы повышения энергоэффективности Влияние среднелогарифмического температурного напора 2. Экспериментальные методы повышения энергоэффективности Влияние коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности 3. Изменение конструкции агрегатов Увеличение площади теплообмена 4. Виды теплоносителей Жидкие и газообразные теплоносители 5. Влияние скорости движения теплоносителя Способы увеличения скорости движения теплоносителей 6. Оптимальные параметры теплоносителя Оптимальные температура, давление 7. Влияние вспомогательного оборудования Потребление энергии на собственные нужды насосов, компрессоров и вентиляторов 8. Способы повышения эффективности работы вспомогательного оборудования Предварительная подготовка газов и жидкостей 9. Оценка эффективности тепловых схем ТЭС Влияние эффективности работы всех элементов схемы

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	Знает: основное и вспомогательное оборудование отопительных котельных; способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты; основные уравнения течения жидкостей и газов; способы повышения интенсификации теплообмена; основы построения нейросетевых алгоритмов; способы утилизации твердых бытовых отходов. Умеет: работать с принципиальными тепловыми схемами котельных; применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; рассчитывать гидравлические потери; рассчитывать коэффициенты теплопередачи; рассчитывать оптимальные варианты построения нейросетей; рассчитывать технологические схемы комплексов по термической переработке твердых бытовых и промышленных отходов. Имеет практический опыт: в работе с технической документацией; в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах; расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования; расчета тепловых установок; по

	использованию нейросетей; в расчетах термического КПД установок по переработке отходов.
--	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.19 Теоретические основы тепломассообмена, Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	ФД.04 Основы нейросетевой алгоритмизации тепловых процессов, ФД.02 Методы обработки экспериментальных и аналитических данных тепловых устройств

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

Дисциплина	Требования
1.О.19 Теоретические основы тепломассообмена	Знает: основное и вспомогательное оборудование отопительных котельных; способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты; основные уравнения течения жидкостей и газов; способы повышения интенсификации теплообмена; основы построения нейросетевых алгоритмов; способы утилизации твердых бытовых отходов. Умеет: работать с принципиальными тепловыми схемами котельных; применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; рассчитывать гидравлические потери; рассчитывать коэффициенты теплопередачи; рассчитывать оптимальные варианты построения нейросетей; рассчитывать технологические схемы комплексов по термической переработке твердых бытовых и промышленных отходов. Имеет практический опыт: в работе с технической документацией; в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах; расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования; расчета тепловых установок; по использованию нейросетей; в расчетах термического КПД установок по переработке отходов.
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: основное и вспомогательное оборудование отопительных котельных; способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты; основные уравнения течения жидкостей и газов; способы повышения интенсификации теплообмена; основы построения нейросетевых алгоритмов; способы утилизации твердых бытовых отходов.

	Умеет: работать с принципиальными тепловыми схемами котельных; применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; рассчитывать гидравлические потери; рассчитывать коэффициенты теплопередачи; рассчитывать оптимальные варианты построения нейросетей; рассчитывать технологические схемы комплексов термической переработке твердых бытовых и промышленных отходов. Имеет практический опыт: в работе с технической документацией; в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах; расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования; расчета тепловых установок; по использованию нейросетей; в расчетах термического КПД установок по переработке отходов.
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,5	89,5
подготовка к экзамену	89,5	89,5
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
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	Теоретические методы повышения энергоэффективности. Влияние среднелогарифмического температурного напора	3	1	1	1
2	Экспериментальные методы повышения энергоэффективности. Влияние коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности	3	1	1	1
3	Виды теплоносителей. Жидкие и газообразные теплоносители	3	1	1	1

4	Оптимальные параметры теплоносителя. Оптимальные температура, давление	3	1	1	1
---	--	---	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Теоретические методы повышения энергоэффективности. Влияние среднелогарифмического температурного напора	1
2	2	Экспериментальные методы повышения энергоэффективности. Влияние коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности	1
3	3	Виды теплоносителей. Жидкие и газообразные теплоносители	1
4	4	Оптимальные параметры теплоносителя. Оптимальные температура, давление	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Теоретические методы повышения энергоэффективности. Влияние среднелогарифмического температурного напора	1
2	2	Экспериментальные методы повышения энергоэффективности. Влияние коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности	1
3	3	Виды теплоносителей. Жидкие и газообразные теплоносители	1
4	4	Оптимальные параметры теплоносителя. Оптимальные температура, давление	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Теоретические методы повышения энергоэффективности. Влияние среднелогарифмического температурного напора	1
2	2	Экспериментальные методы повышения энергоэффективности. Влияние коэффициентов теплоотдачи и теплопроводности	1
3	3	Виды теплоносителей. Жидкие и газообразные теплоносители	1
4	4	Оптимальные параметры теплоносителя. Оптимальные температура, давление	1

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 экзамену	Кутепов, А. М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании Учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1986. - 448 с. Беннетт, К. О.	5	89,5

	Гидродинамика, теплообмен и массообмен К. О. Беннетт, Д. Е. Майерс; Пер. с англ. М. Г. Ассмус, В. М. Ентова; Под ред. Н. И. Гельперина, И. А. Чарного. - М.: Недра, 1966. - 726 с. ил.		
--	--	--	--

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	5	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 на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	дифференцированный зачет

						Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
2	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №2	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 на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	дифференцированный зачет
3	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3	1	10	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии	дифференцированный зачет

					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 на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %		
4	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4	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-	дифференцированный зачет

					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 на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
5	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №5	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.	дифференцированный зачет

					Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	
6	5	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	-	50 Дифференцированный зачет 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.	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной	Процедура проведения	Критерии
-------------------	----------------------	----------

аттестации		оценивания
дифференцированный зачет	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.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ОПК-4	Знает: основное и вспомогательное оборудование отопительных котельных; способы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты; основные уравнения течения жидкостей и газов; способы повышения интенсификации теплообмена; основы построения нейросетевых алгоритмов; способы утилизации твердых бытовых отходов.	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Умеет: работать с принципиальными тепловыми схемами котельных; применять методы получения, преобразования, транспортировки и использования теплоты в теплотехнических установках и системах; рассчитывать гидравлические потери; рассчитывать коэффициенты теплопередачи; рассчитывать оптимальные варианты построения нейросетей; рассчитывать технологические схемы комплексов по термической переработке твердых бытовых и промышленных отходов.	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: в работе с технической документацией; в получении, преобразовании, транспортировке и использовании теплоты в теплотехнических установках и системах; расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования; расчета тепловых установок; по использованию нейросетей; в расчетах термического КПД установок по переработке отходов.	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Брюханов, О. Н. Тепломассообмен [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" направления "Стр-во" О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. - 460 с. ил.
2. Зайцев, Л. К. Техническая термодинамика и тепломассообмен Метод. указания, программа курса и контрол. задания для студентов-заоч. специальности 101200 Л. К. Зайцев; Под ред. А. И. Грибанова; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 30,[1] с. электрон. версия

3. Лыков, А. В. Тепломассообмен [Текст] справочник А. В. Лыков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978. - 479 с. ил.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

1. Теплоэнергетика, подшивка журналов за 2012-2015 г.г.

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

1. Рабочая программа дисциплины "Исследование и повышение энергоэффективности процессов теплообмена в теплоэнергетике"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 384 с. https://e.lanbook.com/book/116903
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Цветков, О.Б. Термодинамика. Теплопередача. [Электронный ресурс] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 54 с. https://e.lanbook.com/book/116903

Перечень используемого программного обеспечения:

1. 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)

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	272а (1)	проектор, подвесной экран, компьютер
Лекции	259а (1)	Компьютерная техника, установка компьютерного моделирования процессов тепломассообмена