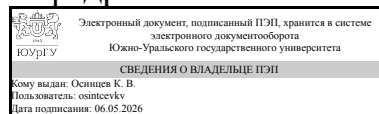


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



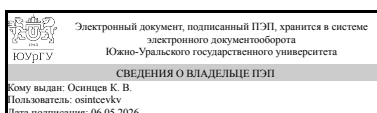
К. В. Осинцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.04 Нагнетатели и теплоносители
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Промышленная теплоэнергетика
форма обучения очная
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

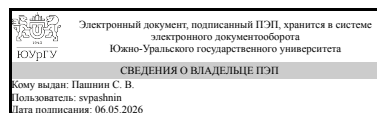
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

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



К. В. Осинцев

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



С. В. Пашнин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с теоретическими основами, принципами действия и областями применения в энергохозяйствах промышленных предприятий компрессоров, насосов, вентиляторов, детандеров. В результате изучения дисциплины студенты должны знать характерные режимы и устройство нагнетателей, владеть навыками оценки и анализа процессов, выбирать и рассчитывать нагнетатели; наиболее экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования.

Краткое содержание дисциплины

1. Место и роль нагнетателей. принцип действия, классификация. Схемы и области применения. Отечественные и зарубежные достижения и исследования и создании нагнетателей. Основные понятия и определения терминалогии. Классификация по принципу действия. Теплоносители, применяемые в нагнетателях. 2. Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения. Основные параметры, характеризующие нагнетательные машины. Термодинамические процессы сжатия газов. Анализ влияния начальных условий и рода газа на работу сжатия. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Влияние теплоносителя на процессы сжатия и расширения в нагнетателе. Идеальные и реальные процессы. Общая классификация основных потерь. Интерпретация процессов в диаграммах состояния. Экспериментальные характеристики. Определение работы и мощности машины, понятие о КПД. Схемы проточных частей нагнетателей. Кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях. Газодинамические основы нагнетателей. 3. Схемы поршневых компрессоров. Классификация нагнетателей объемного действия, особенности их работы, область применения. Ротационные (винтовые, зубчатые) и поршневые нагнетатели. Поршневой компрессор. Работа сжатия газа в идеальном и реальном поршневом компрессоре. Удельная и полная работа и мощность поршневого компрессора. Мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора. Предельная степень повышения давления в одной ступени, распределение давления между ступенями. Влияние теплоносителя на основные процессы в нагнетателе. КПД компрессора. Способы регулирования производительности поршневых и винтовых компрессоров, характеристики серийно выпускаемых компрессоров. Сопоставление с другими типами нагнетателей. Методика определения основных размеров компрессоров, подбор привода. 4. Нагнетатели кинетического действия. Классификация нагнетателей кинетического действия. Теоретический напор центробежного нагнетателя. Теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей. Условия работы нагнетателя на сеть. Подобные режимы нагнетателя. Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей на общую сеть. Влияние теплоносителя на основные процессы нагнетателя. Допустимая высота всасывания центробежного насоса. Кавитация. Условия работы насоса, перекачивающего жидкости в двухфазном состоянии. Типы насосов и вентиляторов, области их применения. Надежность работы. Особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов. Методика выбора насосов и вентиляторов. Поди алгоритм наасчета на ЭВМ основных размеров насосов и

вентиляторов. Влияние сжимаемости рабочего тела на условия работы нагнетателей. Помпаж. Схема защиты турбокомпрессора от помпажа. Влияние начальных условий и рода газа на характеристику компрессора. Методика и алгоритм пересчета характеристик нагнетателей с помощью ЭВМ. Центробежный и осевой компрессоры. Сопоставление показателей обоснование преимущественных зон применения. Надежность работы компрессоров. Способы регулирования производительности нагнетателей. Особенности конструкций многоступенчатых центробежных и осевых компрессоров. Способы компенсации осевых усилий в турбокомпрессорах. Техничко-экономические показатели серийно выпускаемых турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему.

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: принципы работы оборудования; виды теплоносителей. Умеет: выполнять расчет и подбор оборудования. Имеет практический опыт: расчета насосного оборудования.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Термо-, гидро-, и аэродинамические процессы в технике, Теоретические основы теплообмена, Теплообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий, Теоретические основы технической термодинамики, Паровые турбины тепловых электростанций, Промышленные системы управления тепловыми процессами, Вопросы расчета экологических выбросов и выбора дымовых труб, Парогенераторы и котельные установки промышленных предприятий и ТЭС, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр), Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр)	Промышленные печи, Теплонасосные и холодильные установки, Объекты малой энергетики, Вопросы экологии в теплоэнергетике, Выбор и расчет систем отопления промышленных предприятий и объектов социальной сферы, Технологические энергоносители промышленных предприятий, Энергосбережение в промышленной теплоэнергетике, Автоматизация теплотехнологических процессов, Источники и системы теплоснабжения в промышленной теплоэнергетике, Теория автоматического управления, контроля и прогнозирования на основе нейросетевых алгоритмов, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

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

Теоретические основы технической термодинамики	Знает: способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов. способы расчета коэффициентов теплопередачи. Умеет: рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. коэффициент диффузии для лабораторного стенда.
Вопросы расчета экологических выбросов и выбора дымовых труб	Знает: вредные для окружающей среды вещества; Умеет: рассчитывать концентрацию вредных веществ. Имеет практический опыт: рассчитывать концентрацию вредных веществ по снижению выбросов в атмосферу, в том числе через дымовую трубу.
Тепломассообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий	Знает: виды теплообменников. Умеет: рассчитывать температурный напор. рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи;
Паровые турбины тепловых электростанций	Знает: принцип работы паровой турбины. Умеет: классифицировать паровые турбины по их назначению; Имеет практический опыт: теплового расчета регулирующей ступени паровой турбины.
Парогенераторы и котельные установки промышленных предприятий и ТЭС	Знает: оборудование котельных и тепловых сетей. Умеет: рассчитывать тепловые схемы котельных. Имеет практический опыт: выбора основного и вспомогательного оборудования котельных установок.
Промышленные системы управления тепловыми процессами	Знает: тепловую автоматику; способы управления системами тепловой автоматики. Умеет: выбирать системы управления. Имеет практический опыт: разработки технологических схем управления теплотехническими процессами.
Термо-, гидро-, и аэродинамические процессы в технике	Знает: основные принципы сопротивления материалов, газогидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред; Умеет: использовать полученные знания в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности. использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа. Имеет практический опыт: навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного

	программного обеспечения для инженерных задач. расчета аппаратов и процессов, а также методиками теоретического и экспериментального исследования в термо-, гидро- и аэродинамике.
Теоретические основы тепломассообмена	Знает: основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам; Умеет: рассчитывать количество передаваемой теплоты, рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи, основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.
Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)	Знает: способы проектирования виртуальных лабораторных стендов с помощью компьютерного моделирования и программирования с применением цифровых технологий. Умеет: разрабатывать и чертить тепловые схемы, способы управления. Имеет практический опыт: выбора проектирования и компьютерного моделирования.
Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр)	Знает: теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ. принципы работы теплового оборудования. Умеет: проводить измерения теплотехнических параметров. Имеет практический опыт: использования справочных материалов для расчета термодинамических процессов. расчета термодинамических процессов.

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
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	51,5	51,5
Задание 3-5	20	20
Задание 1-3	10	10
задание	21,5	21,5
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	Основные понятия о нагнетателях	6	2	2	2
2	Термодинамические основы теории нагнетателей	6	2	2	2
3	Газодинамические основы теории нагнетателей	12	4	4	4
4	Характеристики нагнетателей	12	4	4	4
5	Работа нагнетателей при последовательном и параллельном соединении	6	2	2	2
6	Объемные нагнетатели	6	2	2	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы.	2
2	2	Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей.	2
3	3	Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.	4
4	4	Влияние формы лопаток на рабочие параметры нагнетателей. Циркуляция в межлопаточном канале, потери на трение и с утечками. Течение рабочего тела в межлопаточном канале.	4
5	5	Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.	2
6	6	Характеристики нагнетателей при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики нагнетателей. регулирование нагнетателей.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы.	2

2	2	Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей.	2
3	3	Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.	4
6	4	Характеристики нагнетателей при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики нагнетателей. регулирование нагнетателей.	4
5	5	Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.	2
7	6	Основные параметры вентиляторов. Центробежные вентиляторы.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы	2
2	2	Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей.	2
3	3	Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.	4
5	4	Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.	4
7	5	Основные параметры вентиляторов. Центробежные вентиляторы.	2
15	6	Конструкции центробежных и сетевых насосов. Насосы специальных типов.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Задание 3-5	Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - с. 32 - 51	6	20
Задание 1-3	Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - с. 17-31	6	10
задание	Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - С. 61-91	6	21,5

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	6	Текущий контроль	Построение напорной характеристики насоса и характеристики сети	1	6	Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
2	6	Текущий контроль	КПД насоса и напорная характеристика двух насосов	1	6	Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает,	экзамен

					что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
3	6	Текущий контроль	Регулирование центробежных насосов	1	6 Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется бально-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
4	6	Текущий контроль	Расчет рабочих процессов компрессорной станции	1	6 Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется бально-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы	экзамен

						Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
5	6	Текущий контроль	Расчет градирни	1	6	Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется бально-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
6	6	Текущий контроль	Расчет мощности привода дымососа и расчет компрессора	1	6	Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется бально-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6.	экзамен

						Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
7	6	Текущий контроль	Уравнение Эйлера и расчет вентиляционной сети	1	6	Оценка выставляется по результатам защиты лабораторной работы при очном общении с преподавателем Студенту задаются 2-3 вопроса по оформленной студентом лабораторной работе Время, отведенное на опрос -5-7 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильные ответы на вопросы соответствует 6 баллам, что означает, что лабораторная работа зачтена . Частично правильный ответ соответствует незачету лабораторной работы Неправильный ответ на вопрос соответствует незачету лабораторной работы Максимальное количество баллов – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	экзамен
8	6	Текущий контроль	Итоговая контрольная	1	6	Студент решает задачи по заданию в электронном ЮУРГУ. 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 – 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1	экзамен
9	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	4	Если студент после выполнения контрольных мероприятий желает улучшить оценку, то в установленный день по графику сессии ему устраивается устный опрос. Студент выбирает билет с двумя вопросами из списка вопросов к экзамену. Время, отведенное на опрос -20 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания	экзамен

					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-4. Весовой коэффициент мероприятия – 1	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Если студент после выполнения контрольных мероприятий желает улучшить оценку, то в установленный день по графику сессии ему устраивается устный опрос. Студент выбирает билет с двумя вопросами из списка вопросов к экзамену. Время, отведенное на опрос -20 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-4. Весовой коэффициент мероприятия – 1	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	7	8	9
ПК-1	Знает: принципы работы оборудования; виды теплоносителей.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: выполнять расчет и подбор оборудования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: расчета насосного оборудования.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры Учеб. для теплоэнерг. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 415 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Крмпрессорная техника и пневматика. Научн.техн и инф. журнал. Ассоциация компрессорщиков.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Каргаполова Н.Н. Тепловые двигатели и нагнетатели.- Челябинск, 2009.- 33.с
2. Осинцев К.В. Теплотехника.- Челябинск, Изд. центр ЮУРГУ.- 2010.-213с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Каргаполова Н.Н. Тепловые двигатели и нагнетатели.- Челябинск, 2009.- 33.с
2. Осинцев К.В. Теплотехника.- Челябинск, Изд. центр ЮУРГУ.- 2010.-213с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Project(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. 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(04.02.2024)
3. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	272а (1)	Программы обучения в POWER Point iSpring Sguit. Проектор с подсоединенным к нему компьютером.
Лекции		переносной проектор с компьютером