### ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранитов в системе электронного документооборога (Ожно-Уральского государственного универентета СТЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП (Кому выдан: Осинцев К. В. Пользователь: osinteevky (Дата подписануя: 21 d5 2023)

К. В. Осинцев

#### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.08 Паровые турбины тепловых электростанций для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника уровень Бакалавриат 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, к.техн.н., доц.

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборога ЮжрГУУ (Южн.) Уральского государственного университета СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому выдан: Осинцев К В. Пользователь: osinicetw

К. В. Осинцев

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборога Южно-Уральского госуларственного университета СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП Кому выдан: Осинцев К В. Нользователь овищему 2 105 2023

К. В. Осинцев

#### 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с теоретическими основами, принципами действия и областями применения в энергохозяйствах промышленных предприятий паровых турбин, а также турбин атомных электростанций. В результате изучения дисциплины студенты должны знать характерные режимы и устройство паровых турбин, владеть навыками оценки и анализа процессов, выбирать и рассчитывать турбины; наиболее экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования.

#### Краткое содержание дисциплины

1. Место и роль паровых турбин. Принцип действия, классификация. Схемы и области применения. Отечественные и зарубежные достижения в исследовании и создании паровых турбин. Основные понятия и определения терминологии. Классификация по принципу действия. 2. Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения. Основные параметры, характеризующие расширительные машины. Термодинамические процессы сжатия и расширения газов. Анализ влияния начальных условий и рода газа на работу расширения. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии расширении. Идеальные и реальные процессы. Общая классификация основных потерь. Интерпретация процессов в диаграммах состояния. Эксергетические характеристики. Определение работы и мощности машины, понятие о КПД расширительной машины. Схемы проточных частей расширительной ступени турбомашин. Кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях. Активный и реактивный принципы работы. Определение окружного и осевого усилий в расширительной машине. Газодинамические основы расчета турбомашин. Уравнение Эйлера. 3. Паровые турбины. Анализ уравнения Эйлера для турбинной ступени. Активная и реактивная турбинная ступень. Особенности работы сопла с косым срезом. Сопловая и рабочая решетки. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной части турбинной ступени. Работа и мощность турбинной ступени. Внутренние и внешние потери в проточной части турбинной ступени, их физическое толкование. Баланс энергии и структура КПД. Зависимость КПД ступени от окружной скорости лопатки к скорости истечения рабочего тела из сопла. Парциальный подвод рабочего тела степень парциальности. Турбинная ступень скорости, ее назначение, схема устройства, принцип действия. Достоинства и конструктивные особенности многоступенчатых активных и реактивных турбин. Понятие о «возврате тепла». Влияние коэффициента возврата на КПД многоступенчатой турбины. Характеристический коэффициент многоступенчатой турбины. Основы предварительного теплового расчета многоступенчатых турбин. Классификация, типы, энергетические характеристики отечественных конденсационных и теплофикационных паровых турбин. Стандартные параметры пара. Приводные турбины. Влияние внешних факторов на работу и показатели экономичности турбоустановок. 4. Переменный режим работы сопловой решетки. Работа проточной части турбины при расходах и параметрах рабочего тела, отличных от номинальных. Зависимость расходов пара от мощности турбины. Связь расходов рабочего тела с давлением по отсекам турбины. Формула Флюгеля. Парораспределение. Регулируемые и нерегулируемые отборы пара, пределы и методы регулирования. Переменный режим работы теплофикационных паровых

турбин. Диаграмма переменных режимов теплофикационной турбины с одним регулируемым отбором и конденсацией пара. 5.Турбины атомных электростанций, их сравнение с турбинами тепловых электростанций.

# 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения	Планируемые результаты
ОП ВО (компетенции)	обучения по дисциплине
, ,	Знает: выбора вентиляторов и кондиционеров[2];
	способы разработки функциональных схем
	размещения объектов профессиональной
	деятельности и их эксплуатации в соответствии с
	технологией производства; оборудование малой
	энергетики; способы построения научных
	статей; виды теплообменников; способы
	создания схем размещения объектов
	профессиональной деятельности и их
	эксплуатации в соответствии с технологией
	производства; правила технологической
	дисциплины при эксплуатации объектов
	профессиональной деятельности; способы
	расчета коэффициента теплопроводности
	лабораторных стендов; способы расчета систем
	отопления; виды теплоноситетелей и
	энергоносителей; принцип работы паровой
	турбины; схемы и методы проектирования
	лабораторных стендов; виды нагнетателей;
	основное и вспомогательное оборудование ТЭС;
TYC 2	оборудование котельных и тепловых сетей;
ПК-2 способен к разработке схем размещения	тепловую автоматику
объектов профессиональной деятельности и их	Умеет: рассчитывать количество потребляемых
эксплуатации в соответствии с технологией	теплоносителей; выбирать системы управления;
производства	рассчитывать оборудование в сфере малой
	энергетики; выбирать аналоги оборудования;
	рассчитывать температурный напор; рассчитывать количество передаваемой теплоты;
	разрабатывать схемы размещения объектов
	профессиональной деятельности в соответствии
	с технологией производства; рассчитывать
	коэффициент диффузии для лабораторного
	стенда; рассчитывать количество необходимой
	теплоты; разрабатывать системы распределения
	энергоносителей; классифицировать паровые
	турбины по их назначению; разрабатывать схемы
	для лабораторных стендов; рассчитывать
	количество теплоносителя; разрабатывать схемы
	ТЭС; рассчитывать тепловые схемы котельных;
	строить функциональную схему
	Имеет практический опыт: выбора
	компрессоров; составлять технологические
	схемы управления; построения тепловых схем в
	области малой энергетики; выбирать аналоги
	оборудования; конструктивного расчета
	теплообменных аппаратов; расчета

коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи,
теплопередачи; в соблюдении правил
технологической дисциплины при эксплуатации
объектов профессиональной деятельности;
рассчитывать коэффициент диффузии для
лабораторного стенда; выбора отопительных
приборов; расчета систем производства и
распределения энергоносителей; теплового
расчета регулирующей ступени паровой
турбины; выбор лабораторного оборудования;
построения технологических схем потребления
теплоносителей; в расчетах тепловых схем
энергоблоков; выбора основного и
вспомогательного оборудования котельных;
выбора тепловой автоматики

# 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.10 Промышленные системы управления	1.Ф.02 Тепловые электрические станции, 1.Ф.09 Источники и системы теплоснабжения в промышленной теплоэнергетике, 1.Ф.05 Нагнетатели и теплоносители

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

рассчитыватьтемпературный напор;рассчитывать количествопередаваемой теплоты;разрабатывать схемыразмещения объектовпрофессиональнойдеятельности в соответствии стехнологией производства;рассчитывать коэффициентдиффузии для лабораторногостенда; рассчитыватьколичество необходимойтеплоты; разрабатыватьсистемы распределения энергоносителей; классифицировать паровыетурбины по их назначению;разрабатывать схемы длялабораторных стендов;рассчитывать количествотеплоносителя; разрабатыватьсхемы ТЭС; рассчитыватьтепловые схемы котельных;строить функциональную схему Имеет практический опыт: выбора компрессоров;составлять технологическиесхемы управления; построениятепловых схем в области малойэнергетики; выбирать аналогиоборудования; конструктивногорасчета теплообменныхаппаратов; расчетакоэффициентовтеплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи; всоблюдении правилтехнологической дисциплиныпри эксплуатации объектовпрофессиональнойдеятельности; рассчитыватькоэффициент диффузии длялабораторного стенда; выбораотопительных приборов;расчета систем производства ираспределения энергоносителей; тепловогорасчета регулирующей ступенипаровой турбины; выборлабораторного оборудования;построения технологическихсхем потреблениятеплоносителей; в расчетахтепловых схем энергоблоков;выбора основного ивспомогательного оборудованиякотельных; выбора тепловойавтоматики

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 111,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах  Номер семестра  5
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия:	96	96
Лекции (Л)	48	48
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	104,5	104,5
подготовка к защите курсового проекта	50	50
подготовка к экзамену	54,5	54.5

Консультации и промежуточная аттестация	15,5	15,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП

# 5. Содержание дисциплины

No		Объем аудиторных занятий			
	Наименование разделов дисциплины	по видам в часах			
раздела		Всего	Л	П3	ЛР
	Место и роль паровых турбин. Принцип действия, классификация.	6	3	3	0
/	Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения.	16	6	6	4
1 3	Паровые турбины. Регулирующая ступень. Треугольники скоростей	18	6	6	6
4	Переменный режим работы сопловой решетки.	18	6	6	6
5	Работа проточной части турбины при расходах и параметрах рабочего тела, отличных от номинальных.	6	3	3	0
6	Принципиальные тепловые схемы	12	6	6	0
7	Построение процесса расширения пара в h-s диаграмме	8	6	2	0
8	Разработка развернутой тепловой схемы	6	6	0	0
9	Разработка спецификации к развернутой тепловой схеме	6	6	0	0

# **5.1.** Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1,2	1	Место и роль паровых турбин. Принцип действия, классификация.	3
2,3,4,5		Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения.	6
5,6,7,8	3	Паровые турбины. Регулирующая ступень. Треугольники скоростей	6
8,9,10,11	4	Переменный режим работы сопловой решетки.	6
11,12	)	Работа проточной части турбины при расходах и параметрах рабочего тела, отличных от номинальных.	3
13,14,15	6	Принципиальные тепловые схемы	6
16,17,18	7	Построение процесса расширения пара в h-s диаграмме	6
19,20,21	8	Разработка развернутой тепловой схемы	6
22,23,24	9	Разработка спецификации к развернутой тепловой схеме	6

# 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол- во часов
1,2	1	Место и роль паровых турбин. Принцип действия, классификация.	3
2-5		Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения.	6
5-8	3	Паровые турбины. Регулирующая ступень. Треугольники скоростей	6
9-11	4	Переменный режим работы сопловой решетки.	6
11,12	5	Работа проточной части турбины при расходах и параметрах рабочего тела, отличных от номинальных.	3

13,14,15	6	Принципиальные тепловые схемы	6
16	7	Построение процесса расширения пара в h-s диаграмме	2

## 5.3. Лабораторные работы

<u>№</u> занятия	<u>№</u> раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол- во часов
1,2	2	Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения.	4
3-5	3	Паровые турбины	6
6-8	4	Переменный режим сопловой решетки	6

#### 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 защите курсового проекта	Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1. Поршневые машины. Паровые турбины: учебное пособие / Сахин В.В., Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2015 172 с. [страницы 2-34]	5	50		
подготовка к экзамену	Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1. Поршневые машины. Паровые турбины: учебное пособие / Сахин В.В., Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова, 2015 172 с. [страницы 2-120]	5	54,5		

# 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)

№ KM	Се- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Bec	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №1	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов	

	1	I		<u> </u>	1	1		<u> </u>
							мероприятия используется балльнорейтинговая 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.	
2	2.	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №2	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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
3		5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльнорейтинговая 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
4	ļ	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4	1	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут.	

					1		
						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.	
						Письменный опрос осуществляется на	
						последнем занятии изучаемого раздела.	
						Студенту задаются 3 вопроса из списка	
						контрольных вопросов.	
				-		Время, отведенное на опрос -15 минут.	
		Курсовая работа/проект	\ J I			При оценивании результатов	
						мероприятия используется балльно-	
						рейтинговая система оценивания	
						результатов учебной деятельности	кур-
5	5				6	обучающихся (утверждена приказом	совые
						ректора от 24.05.2019 г. № 179).	проекты
			проект)			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.	
						Письменный опрос осуществляется в	
						установленный день по графику	
						сессии. Студенту задаются 3 вопроса	
						из списка вопросов. Время, отведенное	
						на опрос -45 минут.	
						При оценивании результатов	
						мероприятия используется балльно-	
						рейтинговая система оценивания	
		Проме-				результатов учебной деятельности	
6	5	жуточная	Экзамен	-	6	обучающихся (утверждена приказом	экзамен
		аттестация	O ROMINOIT			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.	
		ı	ı		I	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1

# 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -45 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 7584 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 6074 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 059 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Контрольные мероприятия промежуточной аттестации являются обязательными. Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -45 минут. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 7584 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 6074 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 059 %	В соответствии с п. 2.7 Положения

# 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	$\vdash$	Ŋ	_	_	-
	1 00)000101001	1	2	3	4	56
ПК-2	Знает: выбора вентиляторов и кондиционеров[2]; способы разработки функциональных схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; оборудование малой энергетики; способы построения научных статей; виды теплообменников; способы создания схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов; способы расчета систем отопления; виды теплоноситетелей и энергоносителей; принцип работы паровой турбины; схемы и методы проектирования лабораторных стендов; виды нагнетателей; основное и вспомогательное оборудование ТЭС; оборудование котельных и тепловых сетей; тепловую автоматику	+	+	+.	+	+++
ПК-2	Умеет: рассчитывать количество потребляемых теплоносителей; выбирать системы управления; рассчитывать оборудование в сфере малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; рассчитывать температурный напор; рассчитывать количество передаваемой теплоты; разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать количество необходимой теплоты; разрабатывать системы распределения энергоносителей; классифицировать паровые турбины по их назначению; разрабатывать схемы для лабораторных стендов; рассчитывать количество теплоносителя; разрабатывать схемы ТЭС; рассчитывать тепловые схемы котельных; строить функциональную схему	+	+	+	+	+ +
ПК-2	Имеет практический опыт: выбора компрессоров; составлять	+	+	+	+	+ +

технологические схемы управления; построения тепловых схем в области малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи; в соблюдении правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; выбора отопительных приборов; расчета систем производства и распределения энергоносителей; теплового расчета регулирующей ступени паровой турбины; выбор лабораторного оборудования; построения технологических схем потребления теплоносителей; в расчетах тепловых схем энергоблоков; выбора основного и вспомогательного оборудования котельных; выбора тепловой автоматики

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

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

#### Печатная учебно-методическая документация

- а) основная литература:
  - 1. Каргаполова, Н. Н. Промышленные тепловые электростанции [Текст] учеб. пособие Н. Н. Каргаполова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. 15, [1] с. электрон. версия
- б) дополнительная литература:
  - 1. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин Кн. 1 Учеб. для энергомашиностроит. и теплоэнерг. спец. вузов: В 2 кн. Предисл. Б. М. Трояновского. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1993. 383.[1] с. ил.
  - 2. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин Кн. 2 Учеб. для энергомашиностроит. и теплоэнерг. спец. вузов: В 2 кн. Предисл. Б. М. Трояновского. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1993. 414,[1] с. ил.
  - 3. Шляхин, П. Н. Краткий справочник по паротурбинным установкам. 2-е изд., доп. М.: Энергия, 1970. 215 с. черт.
  - 4. Шляхин, П. Н. Паровые и газовые турбины Учеб. для энергет. и энергостроит. техникумов. М.; Л.: Энергия, 1966. 264 с. ил.: 7 л. черт.
- в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
  - 1. Теплоэнергетика, подшивка журналов за 2012-2015
- г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:
  - 1. Паровые турбины тепловых и атомных электростанций / Осинцев К.В., Жиргалова Т.Б., Каргаполова Н.Н., 2012, Изд-во ЮУрГУ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Паровые турбины тепловых и атомных электростанций / Осинцев К.В., Жиргалова Т.Б., Каргаполова Н.Н., 2012, Изд-во ЮУрГУ

Nº	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	литература	электронно- библиотечная система	Костюк А.Г., Паровые и газовые турбины для электростанций. [Электронный ресурс] / Костюк А.Г., В.В. Фролов, Булкин А.Е., Трухний А.Д — Электрон. дан. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — 557 с. http://e.lanbook.com/book/72260
2	литература	электронно- библиотечная система	Булкин А.Е., Тихоходные паровые турбины атомных электрических станций: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Булкин А.Е., Трухний А.Д — Электрон. дан. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 364 с. http://e.lanbook.com/book/72308

Перечень используемого программного обеспечения:

- 1. Microsoft-Windows(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 ВИНИТИ РАН(бессрочно)
- 2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	<b>№</b> ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	( d )	Компьютерный стенд по моделированию гидроаэромеханических течений в каналах
Лабораторные занятия		Установка по виртуальному моделированию паровых турбин и энергоблоков тепловых электростанций