

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Тепловая и атомная энергетика» имени Андрющенко А.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

*М 1.2.7 «Межпредметный семинар по исследованиям
в области теплоэнергетики и теплотехнологии»*

направления подготовки

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль 5 – «Тепловые и атомные электрические станции»

	1 семестр	2 семестр
Форма обучения - очная		
Курс – 1		
Семестр – 1, 2		
зачетных единиц – всего 10	4	6
часов в неделю –	2	3
академических часов – всего 360	144	216
в том числе:		
лекции – всего 18	8	10
коллоквиумы – нет		
практические занятия – всего 72	28	44
лабораторные занятия – нет		
самостоятельная работа – всего 270	108	162
зачет – нет		
экзамен – 1 и 2 семестр		
РГР – нет		
курсовая работа – нет		
курсовой проект – нет		

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель преподавания дисциплины: введение студентов в круг актуальных проблем инженерной практики и приоритетных направлений развития теплотехнической науки, расширение научного кругозора и ознакомление с основами современных методов научных исследований, которые необходимы будущим магистрам для квалифицированного решения широкого круга научных, исследовательских и прикладных задач, возникающих в процессе развития техники и технологии, а также приобретение навыков публичных выступлений перед аудиторией и опыта ведения научных споров и дискуссий.

Задачи изучения дисциплины:

- получение навыков обоснованного выбора тематики научных исследований с определением актуальности, научной новизны, практической значимости, четкой формулировкой цели, выявлением необходимого круга решаемых задач и выбором методов исследования.

- приобретение опыта подготовки и публичных выступлений на научных семинарах, ведения научных дискуссий в процессе углубленного обсуждения тем будущих магистерских диссертаций и результатов исследований.

- обмен научной информацией путем организации тематических круглых столов и научных конференций совместно с аспирантами кафедры, магистрантами второго года обучения и их научными руководителями.

- участие в квалифицированном обсуждении результатов научных исследований, проводимых другими исследователями.

- изучение теоретических основ и методов организации научных исследований при моделировании физических процессов в теплотехнике и теплотехнологиях: теории подобия, метода анализа размерностей.

- ознакомление с основами методических подходов к выбору рациональных вариантов развития теплоэнергетических установок на предпроектной стадии и оптимизация их технологических схем и параметров.

- приобретение практических навыков самостоятельной разработки программы оптимизационных исследований, построению и изучению многокритериальных функций цели.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики» входит в базовую часть учебного плана подготовки магистров.

Перечень дисциплин, изучение которых студентами необходимо для усвоения данной дисциплины: «Математическое моделирование», «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий», «Проблемы энерго и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии».

3. Требования к знаниям и умениям студентов по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

способность формулировать цели и задачи исследования, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1);

способности применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2).

Студент должен знать:

- круг актуальных проблем в теплоэнергетической науке и инженерной практике, приоритетные направления научных исследований и критические технологии;
- теоретические основы методов моделирования физических процессов;
- принципы создания физических и математических моделей;
- основы теории циклов теплоэнергетических установок. Современные и перспективные технологии производства тепла и электрической энергии;
- основные понятия и общие положения поисковой оптимизации технологических схем и параметров;

В соответствии с профстандартом «Работник по организации и эксплуатации тепломеханического оборудования тепловой электростанции» утвержденным 08.09.2015 Приказом № 607К необходимо знать технологический процесс производства тепловой и электрической энергии. Назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования.

Студент должен уметь:

- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию;
- формулировать цели и задачи исследования, обосновать актуальность, научную новизну и практическую значимость научно-исследовательской работы;
- выбирать рациональные методы исследования и критерии оценки достоверности получаемых результатов;
- планировать численный эксперимент;
- исследовать область экстремума при поиске оптимальных условий;
- подготавливать научно-технические отчеты, обзоры и публикации, представлять результаты выполненных исследований в форме публичных выступлений с мультимедийной презентацией и делать научные сообщения перед аудиторией специалистов;
- убедительно обосновывать свою точку зрения, корректно участвовать в научных спорах и дискуссиях.

Студент должен владеть:

- общей методологией научного поиска;
- прикладными методами обобщения результатов исследования;
- методами оценки погрешностей при выполнении численных расчетов;
- специальной терминологией и методами ведения научных споров и дискуссий.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1 семестр									
1	1	1	Введение. Цель межпредметного семинара. Требования к результатам освоения дисциплины. Основные научно-технические проблемы и критические технологии. Общие требования к научным исследованиям.	2	2	0	0	0	0
	2	2	Моделирование сложных процессов. Принципы создания физических и математических моделей. Физический и вычислительный эксперимент. Построение функции цели объекта с учетом реальных условий его функционирования.	12/4	2	0	0	4/4	6
2	3	3	Подготовка и проведение натурных теплотехнических испытаний котельных агрегатов и вспомогательного теплообменного оборудования.	12/4	2	0	0	4/4	6
	4	4	Подготовка и проведение натурных испытаний турбин.	16/6	2/2	0	0	6/4	8
	1-18		Домашняя переработка лекционного материала и пройденного на практических занятиях (из расчета 20% от количества аудиторных занятий)	7	0	0	0	0	7
	5-18		Интерактивные занятия по спецвопросам, индивидуальным занятиям и результатам научных исследований: научные семинары, конференции, круглые столы.	14/14	0	0	0	14/14	0
	1-18		Подготовка докладов и выступлений на семинарах, конференциях.	45	0	0	0	0	45
	20		Подготовка к экзамену	36	0	0	0	0	36

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
Итого по первому семестру				144/30	8/2	0	0	28/28	108
2 семестр									
3	1-10	5	Интерактивные занятия по спецвопросам, индивидуальным заданиям и результатам научных исследований: научные семинары, конференции, круглые столы.	26	0	0	0	26/26	0
			Подготовка докладов и выступлений на семинарах, конференциях.	75	0	0	0	0	75
	11-13	6	Особенности режимов электропотребления. Графики электрических нагрузок. Участие различных типов энергетических установок в обеспечении графика электрических нагрузок. Режимные требования к энергетическому оборудованию.	34	4	0	0	10/10	20
4	14-18	7	Эксплуатационные характеристики котельных агрегатов и вспомогательного оборудования. Основные характеристики процессов в турбоагрегатах на переменных режимах. Современные парогазовые технологии электростанции и их энергетические характеристики	34	6	0	0	8/8	20
	11-18		Домашняя проработка лекционного материала и материала, пройденного на практических занятиях (из расчета 20% от количества аудиторных занятий).	11	0	0	0	0	11
	19-20		Подготовка к экзамену	36	0	0	0	0	36
Итого по второму семестру				216/44	10	0	0	44/44	162
Всего по дисциплине				360/74	18/2	0	0	72/72	270

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр				
1	2	1	Вводная лекция. Цель и задачи межпредметного семинара. Требования к результатам освоения дисциплины. Основные научно-технические проблемы и критические технологии. Общее понятие о методах исследования. Историческая справка.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
2	2	2	Моделирование сложных процессов (свойств водяного пара, процессов в котельном и турбинном оборудовании). Принципы создания физических и математических моделей. Физический и вычислительный эксперимент	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
3	2	3	Характеристики энергетических установок на переменных режимах. Подготовка и проведение натуральных теплотехнических испытаний котельных агрегатов	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
4	2	4	Подготовка и проведение натуральных испытаний турбин.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
Итого по первому семестру 8 час.				
2 семестр				
5	2	1	Особенности режимов электропотребления. Графики электрических нагрузок.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
6	2	2	Участие различных типов энергетических установок в обеспечении графика электрических нагрузок. Режимные требования к энергетическому оборудованию.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
7	2	3	Эксплуатационные характеристики котельных агрегатов и вспомогательного оборудования.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	4	Основные характеристики процессов в турбоагрегатах на переменных режимах.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	5	Современные парогазовые технологии электростанции и их энергетические характеристики	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
Итого по второму семестру 10 час.				
Всего по дисциплине 18 час.				

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр				
1	2	1	Примеры расчета основных рабочих параметров физических процессов, протекающих в теплосиловых установках. Основные принципы моделирования сложных процессов и разработка физических моделей.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	4	2-3	Теплотехнический расчет пароводяного подогревателя с определением минимального температурного напора.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
2	2	4	Расчет водоводяного подогревателя с определением температуры нагреваемой воды на выходе из него	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	5	Тепловой расчет паро-парового подогревателя (испарителя) с определением количества получаемого вторичного пара.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
3	2	6	Тепловой расчет деаэратора для конкретно принятой схемы турбоустановки.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	7	Определение мощности электродвигателя для привода питательного насоса конкретно принятой турбоустановки.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
4	8	8 - 11	Совместные научные семинары магистрантов 1 курса с аспирантами кафедры и молодыми преподавателями (кандидатами наук) для углубленного обсуждения методов изучения и результатов, полученных в процессе подготовки диссертаций.	
	6	12 - 14	Совместный научный семинар магистрантов 1 и 2 курса по углубленному обсуждению результатов научной работы магистрантов 2 курса.	
Итого по первому семестру 28 часов				
2 семестр				
	8	1 - 4	Совместный научный семинар магистрантов 1 и 2 курса по обсуждению лекций, подго-	

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
			товленных магистрантами 2 курса в процессе прохождения педагогической практики.	
	8	5 - 8	Научные семинары по обсуждению докладов магистрантов 1 курса планируемой научной работы, выбранной для выпускной работы (магистерской диссертации) с обоснованием методов исследования по каждой выбранной теме.	
7	2	9	Анализ схем парогазовых установок. Бинарная схема парогазовой установки. Ее основные рабочие параметры. Методика расчета.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	10	Расчет тепловой схемы одновальной ГТУ на номинальном режиме	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	4	11-12	Построение энергетической характеристики одновальной ГТУ при изменении ее нагрузки начальной температурой рабочего тела.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
7	2	13	Построение энергетической характеристики одновальной ГТУ при установке компрессора с воздушным направляющим аппаратом. ОПК-2	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	4	14-15	Расчет тепловой схемы паротурбинной установки в составе ПГУ.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	16	Расчет котла-утилизатора.	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
	2	17	Расчет показателей экономичности ПГУ	15.1, 15.2, 15.3, 15.5, 15.6
10	18 - 22	Совместный научный семинар магистрантов 1 и 2 курса по подведению итогов исследований, выполненных магистрантами 2-го курса с обсуждением полученных результатов и оценкой подготовленных к защите магистерских диссертаций.		
Итого по второму семестру 44 часа				
Всего по дисциплине 72 часа				

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно- методическое обеспечение
1 семестр			
1	45	Обзор и углубленная проработка информационных источников (научно-технической литературы, периодических изданий, патентов и др. по заданию научного руководителя) для выбора темы исследования. Разработка документации необходимой для утверждения темы магистерской диссертации.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
		Составление плана и программы исследований по индивидуальному заданию	
2	6	Уравнения состояния реальных тел и паров. Моделирование свойств водяного пара для создания расчетных алгоритмов.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
3	6	Характеристики газотурбинных и паротурбинных установок на переменных режимах. Пусковые расходы топлива.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
4	8	Расчет показателей надежности теплоэнергетических установок. Составление критериальной функции затрат с учетом надежности работы исследуемых установок. ОПК-1	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
2-4	7	Домашняя проработка лекционного материала и материала, пройденного на практических занятиях	
	36	Подготовка к экзамену	
Итого по первому семестру 108 часов			
2 семестр			
5	50	Поиск материалов по выбранной теме, обзор и углубленная проработка информационных источников. Обоснование актуальности, научной новизны, практической значимости выбранной темы. Формулирование цели, задач НИР, методов исследования и формы представления конечного результата. Подготовка развернутого доклада с мультимедийной презентацией для обсуждения темы магистерской диссертации на межпредметном семинаре.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
6	20	Систематическая работа с периодической литературой, научными журналами, монографиями и сборниками научных трудов, интернет-сайтами для расширения научного кругозора в области теплоэнергетических установок и электростанций.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
7	30	Изучение дополнительной литературы и методических документов по паротурбинным, газотурбинным и парогазовым технологиям Построение энергетических характеристик объектов. Изучение их свойств.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
	15	Изучение дополнительной литературы по тематике решаемых задач в магистерской диссертации.	15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5, 15.6, 15.7
6-7	36	Подготовка к экзамену.	
Итого по второму семестру 162 часа			
Всего по дисциплине: 270 часов			

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины *М 1.2.7 «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии»* должны сформироваться общепрофессиональные компетенции ОПК-1 и ОПК-2.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине *М 1.2.7 «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии»* включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Практические работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета, включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии) и защите практического занятия – ответе на вопросы по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления отчетных материалов по соответствующей теме и ответе на вопросы по теме работы. Задания для отчета соответствуют пункту 9 рабочей программы. Шкала оценивания – «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если отчетные материалы оформлены в соответствии с критериями:

- уровень раскрытия темы / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, отчетные материалы возвращаются на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно *или в форме компьютерного тестирования* отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

чено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 50 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим занятиям и защите всех практических занятий;

- сдачи рефератов с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;

- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается по билетам, в которых представлены 3 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по пятибалльной системе.

«Отлично» ставится при:

– всестороннем, систематическом и глубоком знании учебно-программного материала;

– умении свободно выполнять задания, предусмотренные программой;

– усвоении основной и дополнительной литературы;

– усвоении взаимосвязи основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии;

– проявлении творческих способностей в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Хорошо» ставится при:

– выявлении полного знания учебно-программного материала;

– успешном выполнении предусмотренных в программе заданий;

– усвоении основной литературы, рекомендованной в программе;

– демонстрации систематического характера знаний по дисциплине;

– проявлении способности к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

«Удовлетворительно» ставится при:

– выявлении знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности;

– выполнении заданий, предусмотренных программой;

– знакомстве с основной литературой, рекомендованной программой;

– выявлении погрешностей в ответах на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий.

«Неудовлетворительно» ставится при:

– выявлении пробелов в знаниях основного учебно-программного материала;

– обнаружении принципиальных ошибок в выполнении предусмотренных программой заданий;

– выявлении невозможности продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

13.1 Уровни освоения компетенций ОПК-1 и ОПК-2 в рамках изучения дисциплины

М 1.2.7 «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии»

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	Способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.	<p>Знать: основные принципы построения функции цели, современные подходы к решению оптимизационных задач.</p> <p>Уметь: выбрать и обосновать подход к решению оптимизационных задач, наиболее соответствующий постановленной цели к принятым критериям.</p> <p>Владеть: навыками построения функции цели и обоснования критериев с целью достижения решения постановленной задачи.</p>	Лекции Практические занятия СРС	Тесты, отчет по практическим занятиям. Экзамен.	<p>Пороговый (удовлетворительный) Знает: основные принципы построения функции цели. Умеет: обосновать подход к решению оптимизационных задач. Владеет: навыками обоснования критериев с целью достижения решения поставленной задачи.</p> <p>Продвинутый (хорошо) Знает: современные подходы к решению оптимизационных задач и методы их решения. Умеет: обосновать подход к решению оптимизационных задач, соответствующий принятому критерию. Владеет: навыками построения функции цели.</p> <p>Высокий (отлично) Знает: основные принципы построения функции цели, современные подходы к решению оптимизационных задач. Умеет: выбрать и обосновать подход к решению оптимизационных задач применительно к конкретной цели и критериям. Владеет: навыками построения функции цели и обоснования необходимых критериев для достижения поставленной цели.</p>
ОПК-2	Способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.	<p>Знать: современные методы исследования энергетических задач.</p> <p>Уметь: применить один из методов исследования для решения конкретной задачи, представить ре-</p>	Лекции Практические занятия Семинары СРС	Тесты Отчет по практическим занятиям Экзамен	<p>Пороговый (удовлетворительный) Знает: какие методы используются для решения оптимизационных энергетических задач. Умеет: воспользоваться одним из методов для решения конкретной задачи. Владеет: навыками расчета хотя бы по одному из методов.</p> <p>Продвинутый (хорошо) Знает: особенности использования разных методов решения</p>

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
		<p>зультаты работы в квалифицированном изложении.</p> <p>Владеть: выбора и обоснования решения на основе использования функции цели.</p>			<p>оптимизационных энергетических задач.</p> <p>Умеет: оценить достоинства и недостатки одного из методов решения оптимизационных задач энергетики.</p> <p>Владеет: способностью анализировать результаты исследования.</p> <p>Высокий (отлично)</p> <p>Знает: особенности использования векторных методов поиска оптимальных решений.</p> <p>Умеет: построить вектор-градиент функции с независимыми переменными.</p> <p>Владеет: пошаговым методом расчета с целью комплексной оптимизации для многопараметрических функций.</p>

13.2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

М 1.2.7 «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии»

№ темы	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины	Контролируемые компетенции или их части	Форма контроля	Вид занятий по дисциплине	Оценочные средства	Количество
1 - 3	<p>Моделирование сложных процессов. Принципы создания физических и математических моделей. Физический и вычислительный эксперимент. Построение функции цели объекта с учетом реальных условий его функционирования</p>	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	8
			Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / 4
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для собеседования	4
4 -	<p>Особенности режимов электропотребления. Графики</p>	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	8

№ темы	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины	Контролируемые компетенции или их части	Форма контроля	Вид занятий по дисциплине	Оценочные средства	Количество
7	электрических нагрузок. Участие различных типов энергетических установок в обеспечении графика электрических нагрузок.		Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / 4
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для собеседования	4
	Промежуточная аттестация по дисциплине	ОПК-1, ОПК-2	экзамен		Устный опрос / тестирование	Билеты к устному опросу / тестовые задания

13.3 Вопросы для текущего контроля

Модуль 1

1. Понятие о математической модели объекта. Аппроксимирование функций.
2. Назначение и классификация математических моделей.
3. Принципы создания физических и математических моделей.
4. Особенности физического и математического эксперимента.
5. Формализация объектов исследования. Требования к математическому описанию.
6. Основные и производные функции физических величин. Понятие о размерности физической величины.
7. Правила математических операций с размерностями физических величин.
8. Безразмерные величины. Зависимые и независимые размерности. Метод анализа размерностей.
9. Практическое использование метода анализа размерностей для получения критериальных уравнений исследуемых процессов.
10. Понятие о жестких и корреляционных связях между величинами.
11. Критериальные функции для оценки термодинамической эффективности энергоустановки.
12. Критериальные функции для оценки экономической эффективности энергетических установок.
13. Построение функции цели для энергоустановок одноцелевого назначения.
14. Комбинированное и раздельное производство электроэнергии и тепла.

Модуль 2

1. Современные методы разнесения затрат на тепло и электроэнергию в условиях теплофикации.
2. Основные принципы теплофикации.
3. Сравнительный анализ эффективности комбинированного и раздельного производства электроэнергии и тепла.
4. Построение функции цели для теплофикационных установок, производящих два вида продукции.
5. Водяной пар – как рабочее тело энергетических установок. Свойства реальных газов.
6. Уравнения для расчета состояния водяного пара.
7. Расчет и определение основных параметров водяного пара (таблицы, диаграммы, уравнения).
8. Диссоциированный водяной пар. Его отличительные особенности и области существования.

9. Определение работы расширения в паросиловом процессе разными методами.

10. Принципы расчета энергетических установок на переменных режимах. Пусковые расходы топлива.

11. Способы регулирования мощности в паросиловых установках. Энергетические характеристики.

12. Принципы расчета паросиловых установок на переменных нагрузках.

13. Способы регулирования мощности газотурбинных установок.

14. Энергетические характеристики современных газотурбинных установок одновального типа.

15. Энергетические характеристики газотурбинных установок двухвального типа.

Модуль 3

1. Графики электрических нагрузок современных энергосистем.

2. Коэффициенты и показатели, характеризующие неравномерность графиков электропотребления. Потребители – регуляторы.

3. Участие различных типов энергетических в обеспечении графика электрических нагрузок.

4. Режимные требования к энергетическим установкам.

5. Маневренные характеристики энергетических установок.

6. Атомные электростанции и их место в графике электрических нагрузок.

7. Характерные режимы использования конденсационных энергоблоков на органическом топливе.

8. Газотурбинные электростанции. Маневренные свойства ГТУ.

9. Способы покрытия пиков электрической нагрузки.

Модуль 4

1. Парогазовые электростанции. Схемы и технические решения.

2. Режимные требования к энергетическому оборудованию.

3. Основные достоинства парогазовых установок.

4. Построение энергетической характеристики установки.

5. Энергетические характеристики газотурбинных установок.

6. Энергетические характеристики парогазовых установок.

7. Основные характеристики процессов в паротурбинных установках на переменных режимах.

8. Эксплуатационные характеристики котельных агрегатов.

9. Энергетические характеристики питательных насосов.

10. Характеристики теплообменных аппаратов на переменных режимах.

13.4 Вопросы для зачета

Зачет учебным планом не предусмотрен

13.5 Вопросы для экзамена

Первый семестр

1. Понятие о математической модели объекта. Аппроксимирование функций.
2. Назначение и классификация математических моделей.
3. Принципы создания физических и математических моделей.
4. Особенности физического и математического эксперимента.
5. Формализация объектов исследования. Требования к математическому описанию.
6. Основные и производные функции физических величин. Понятие о размерности физической величины.
7. Правила математических операций с размерностями физических величин.
8. Безразмерные величины. Зависимые и независимые размерности. Метод анализа размерностей.
9. Практическое использование метода анализа размерностей для получения критериальных уравнений исследуемых процессов.
10. Понятие о жестких и корреляционных связях между величинами.
11. Критериальные функции для оценки термодинамической эффективности энергоустановки.
12. Критериальные функции для оценки экономической эффективности энергетических установок.
13. Построение функции цели для энергоустановок одноцелевого назначения.
14. Комбинированное и раздельное производство электроэнергии и тепла.
15. Современные методы разнесения затрат на тепло и электроэнергию в условиях теплофикации.
16. Основные принципы теплофикации.
17. Сравнительный анализ эффективности комбинированного и раздельного производства электроэнергии и тепла.
18. Построение функции цели для теплофикационных установок, производящих два вида продукции.
19. Водяной пар – как рабочее тело энергетических установок. Свойства реальных газов.
20. Уравнения для расчета состояния водяного пара.
21. Расчет и определение основных параметров водяного пара (таблицы, диаграммы, уравнения).
22. Диссоциированный водяной пар. Его отличительные особенности и области существования.
23. Определение работы расширения в паросиловом процессе разными методами.

24. Принципы расчета энергетических установок на переменных режимах. Пусковые расходы топлива.

25. Способы регулирования мощности в паросиловых установках. Энергетические характеристики.

26. Принципы расчета паросиловых установок на переменных нагрузках.

27. Способы регулирования мощности газотурбинных установок.

28. Энергетические характеристики современных газотурбинных установок одновального типа.

29. Энергетические характеристики газотурбинных установок двухвального типа.

Второй семестр

1. Графики электрических нагрузок современных энергосистем.

2. Коэффициенты и показатели, характеризующие неравномерность графиков электропотребления. Потребители – регуляторы.

3. Участие различных типов энергетических в обеспечении графика электрических нагрузок.

4. Режимные требования к энергетическим установкам.

5. Маневренные характеристики энергетических установок.

6. Атомные электростанции и их место в графике электрических нагрузок.

7. Характерные режимы использования конденсационных энергоблоков на органическом топливе.

8. Газотурбинные электростанции. Маневренные свойства ГТУ.

9. Способы покрытия пиков электрической нагрузки.

10. Парогазовые электростанции. Схемы и технические решения.

11. Режимные требования к энергетическому оборудованию.

12. Основные достоинства парогазовых установок.

13. Построение энергетической характеристики установки.

14. Энергетические характеристики газотурбинных установок.

15. Энергетические характеристики парогазовых установок.

16. Основные характеристики процессов в паротурбинных установках на переменных режимах.

17. Эксплуатационные характеристики котельных агрегатов.

18. Энергетические характеристики питательных насосов.

19. Характеристики теплообменных аппаратов на переменных режимах.

13.6 Тестовые задания по дисциплине

Первый семестр

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	На основе чего строится физическая модель объекта?	компоновка	конструкция	схемно-параметрические характеристики	описание устройства
2	Что такое математическая модель объекта?	формализованное описание процессов	алгоритм расчета	математическая формула КПД	способ расчета
3	Какие функции принято считать критерияльными?	функция взаимосвязи параметров	функция Гиббса	функция целевого показателя	функция изменения параметров
4	Какой метод разнесения затрат на ТЭЦ на тепло и электроэнергию работает в настоящее время?	физический	Министерства Энергетики	энергетический	пропорциональный
5	Что такое теплофикация?	отопление помещений	теплоснабжение	комбинированное производство электроэнергии и тепла	отпуск тепла потребителям
6	Какая вода используется для теплоснабжения потребителей?	основной конденсат	сетевая	питательная	техническая
7	Какая вода используется для охлаждения отработавшего в турбине пара?	циркуляционная	питательная	основной конденсат	котловая вода из продувки
8	Какая вода проходит в регенеративной схеме через подогреватели низкого давления?	питательная вода	основной конденсат	циркуляционная вода	сетевая вода
9	Какая вода проходит в регенеративной схеме через подогреватели высокого давления?	питательная	основной конденсат	циркуляционная	сетевая
10	Какой насос перекачивает воду тепловым потребителям?	питательный	бустерный	сетевой	конденсатный
11	Какой насос подает воду из деаэратора	циркуляционный	питательный	сетевой	конденсатный

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
	в парогенератор?				
12	Какой насос подает воду в конденсатор турбины для конденсации пара?	конденсатный	сетевой	питательный	циркуляционный
13	Какой насос подает воду из деаэратора в парогенератор?	конденсатный	сетевой	питательный	циркуляционный
14	Какой насос сливает конденсат из регенеративных подогревателей?	конденсатный	бустерный	сетевой	дренажный
15	Критериальные показатели термодинамического совершенства установок?	эксергия	коэффициент полезного действия	энтропия	начальная температура рабочего тела
16	Критериальные показатели экономической эффективности установок?	расчетные затраты	капиталовложения	чистый дисконтированный доход	удельные капиталовложения
17	Какие достоинства имеет водяной пар как рабочее тело?	высокая температура подвода тепла	низкая температура отвода тепла	большая работа сжатия в питательном насосе	подвод тепла через разделяющую поверхность
18	Какие недостатки имеет водяной пар как рабочее тело?	малая работа сжатия в питательном насосе	подвод тепла через разделяющую поверхность	возможность карнетизации цикла в области влажных состояний	низкая температура отвода тепла
19	Какие достоинства имеют газотурбинные циклы?	малая работа сжатия в компрессоре	высокая температура подвода тепла	возможность карнетизации цикла	низкая температура отвода тепла
20	Какие недостатки имеют газотурбинные циклы?	большая работа сжатия в компрессоре	высокая температура подвода тепла	отсутствие разделяющей поверхности при подводе тепла	возможность утилизировать тепло
21	Что называют энергетической характеристикой установки?	зависимость расхода топлива от начальной температуры	зависимость расхода топлива от начального давления	зависимость расхода топлива от мощности	зависимость расхода топлива от температуры наружного воздуха
22	Каковы достоинства соплового регулирования мощности турбин?	наличие регулирующей ступени	частичное дросселирование свежего пара	парциальный подвод пара	высокий КПД регулирующей ступени
23	Каковы недостатки соплового регулирования мощности турбин?	частичное дросселирование свежего пара	постоянное давление пара на входе в регу-	парциальный подвод пара	стабильный термический КПД при пони-

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
			лирующие клапаны		жения нагрузки
24	Каковы достоинства дроссельного регулирования мощности турбин?	полное дросселирование потока свежего пара	отсутствие регулирующей ступени	изменение термического КПД при понижении нагрузки	изменение теплоперепада на рабочих ступенях
25	Какие недостатки имеет дроссельное регулирование мощности турбин?	полное дросселирование	отсутствие регулирующей ступени	изменение термического КПД при понижении нагрузки	стабильность относительного внутреннего КПД турбины
26	Каковы достоинства регулирования мощности скользящим давлением пара?	изменяется приемистость турбины	снижается мощность питательного насоса	отсутствует необходимость прохождения через топку критического состояния пара	возможность использования электропривода питательного насоса
27	Каковы недостатки регулирования мощности скользящим давлением пара?	изменяется приемистость турбины	снижается мощность питательного насоса	изменяется термический КПД при понижении нагрузки	возможность использования электропривода питательного насоса
28	Каковы способы регулирования мощности одновальных ГТУ?	изменением только начальной температуры	изменением только расхода воздуха	изменением расхода воздуха и начальной температуры	изменением числа оборотов
29	Как определяется рабочая мощность ГТУ?	по характеристике компрессора	по характеристике сети	наложением характеристики сети на характеристику компрессора	по паспорту турбины
30	Каковы основные достоинства газотурбинных установок?	высокая температура подвода тепла	высокая температура отвода тепла	высокие удельные капиталовложения	большие пусковые расходы топлива
31	Каковы основные недостатки газотурбинных установок?	высокая температура подвода тепла	высокая температура отвода тепла	низкая маневренность	большие пусковые расходы топлива
32	Что определяется с помощью показателей надежности?	ремонтпригодность	снижение экономичности	недоотпуск энергии	удобство в эксплуатации
33	Какой показатель надежности является итоговым?	интенсивность отказов	наработка на отказ	интенсивность восстановления	коэффициент готовности
34	С помощью какого показателя опреде-	интенсивность отка-	интенсивность вос-	наработка на отказ	коэффициент готов-

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
	ляется недовыработка электроэнергии?	зов	становления		ности
35	Что такое риск аварии?	вероятность аварии	ущерб от аварии	произведение вероятности аварии на ущерб	ущерб поделенный на вероятность аварии
36	Какой резерв в энергосистеме используется в качестве оперативного?	горячий	холодный	ремонтный	скрытый
37	Какой резерв в энергосистеме используется в качестве оперативного?	ремонтный	I рода	II рода	стратегический
38	Какой резерв в энергосистеме используется в качестве оперативного?	горячий	холодный	ремонтный	вращающийся
39	Какая мощность определяется при проектировании электростанции?	рабочая	располагаемая	номинальная	максимальная
40	По какому режиму суточного графика нагрузок определяется аварийный резерв в энергосистеме?	ночному	утреннему	дневному	вечернему
41	Каким образом учитывается надежность энергоустановки при расчете ЧДД?	недоотпуском электроэнергии	ущербом от недоотпуска электроэнергии	затратами в резервную мощность	никак не учитывается
42	Какой расчетный горизонт принимается при определении ЧДД?	срок окупаемости	срок до капремонта	10 лет	25 лет
43	Каким показателем нормируется уровень безопасности энергетического объекта?	вероятность крупной аварии	риск крупной аварии	интенсивность крупной аварии	ущерб от крупной аварии

Примечание: время проведения контроля 90 минут.

Критерии оценки: менее 20 правильных ответов – неудовлетворительно;
от 20 до 28 правильных ответов – удовлетворительно;
от 29 до 35 правильных ответов – хорошо;
от 36 до 43 правильных ответов – отлично.

Второй семестр

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	Что характеризует графики электропотребления современных энергосистем?	отсутствие характерных пиков	равномерность потребления	отсутствие характерных снижений нагрузки	явно выраженный неравномерный характер
2	Какие требования являются наиболее важными для пиковых установок?	высокие удельные капиталовложения	высокая маневренность	высокий коэффициент полезного действия	низкие удельные расходы топлива
3	Какие требования являются наиболее важными для полупиковых установок?	относительно высокий КПД на пониженных нагрузках	малые пусковые расходы топлива	возможность частых остановов и пусков	возможность участия в первичном регулировании частоты
4	Какие требования не являются наиболее важными для пиковых установок?	малые пусковые расходы топлива	относительно высокий КПД на пониженных нагрузках	низкие удельные расходы топлива	большое число часов использования установленной мощности
5	Какие требования являются наиболее важными для базисных установок?	низкий уровень удельных капиталовложений	низкая топливная составляющая в себестоимости электроэнергии	малые пусковые расходы топлива	возможность частых остановов и пусков
6	Какие требования не являются наиболее важными для полупиковых установок?	малые пусковые расходы топлива	возможность частых остановов и пусков	относительно низкий удельный расход топлива на пониженных нагрузках	возможность участия в первичном регулировании частоты
7	Какие требования не являются наиболее важными для базисных установок?	низкий уровень удельных капиталовложений	малые пусковые расходы топлива	возможность частых остановов и пусков	низкая топливная составляющая в себестоимости электроэнергии
8	Какие исходные графики нагрузок электропотребления используются для по-	сезонные;	суточные рабочего;	зимнего дня;	суточные зимнего и летнего рабочих дней.

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
	строения графика по продолжительности?				
9	В какой части графика электрических нагрузок энергосистем работают атомные электростанции?	полупиковой;	пиковой;	базисной;	переменной.
10	Какие главные требования предъявляются к пиковым энергетическим установкам?	высокая экономичность;	высокая надежность;	низкие удельные капиталовложения;	ремонтпригодность.
11	Какие главные требования предъявляют к пиковым энергетическим установкам?	высокая экономичность;	высокая маневренность и малые пусковые расходы топлива;	ремонтпригодность;	дизайн.
12	Какие основные требования предъявляют к полупиковым установкам?	высокая маневренность и малые пусковые расходы топлива;	низкие удельные капиталовложения;	высокая экономичность при работе на пониженных нагрузках;	дизайн.
13	Какие основные требования предъявляют к базисным установкам?	высокая экономичность и малые эксплуатационные расходы;	низкие удельные капиталовложения;	высокая маневренность;	малые пусковые расходы топлива.
14	Как осуществляется регулирование мощности скользящим давлением пара?	при изменении числа оборотов турбопривода питательного насоса;	дресселированием питательной воды;	изменением числа оборотов основной турбины;	изменением температуры пара перед турбиной.
15	Как осуществляется сопловое регулирование мощности турбины?	дресселированием пара перед турбиной?	парциальным подводом пара;	изменением давления пара в котле;	подачей свежего пара в промежуточные ступени.
16	Как осуществляется дроссельное регулирование мощности турбины?	изменением температуры пара после котла;	дресселированием пара перед турбиной;	изменением давления пара в котле;	парциальным подводом пара.
17	Что определяется с помощью диаграммы режимов турбоагрегата?	давление свежего пара;	расход свежего пара;	расход пара из регулируемого отбора;	вакуум в конденсаторе турбины.
18	Что называют установленной мощностью	суммарную номинальную;	суммарную тепловую;	мощность станции,	суммарную мощность

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
	станции?	нальную мощность всех турбинных агрегатов;	вую мощность станции;	вырабатываемую за сутки;	отданную потребителю за сутки.
19	Что называют «холодным резервом»?	блоки, работающие на 50% мощности;	готовые к пуску блоки в остановленном состоянии;	построенные блоки, готовящиеся ко введению в эксплуатацию;	строящиеся на станции новые блоки.
20	Какого вида резерва мощности не существует?	Аварийный резерв;	Холодный резерв;	Горячий резерв;	Установленный резерв.
21	В какой части графика электрических нагрузок энергосистем работают атомные электростанции?	переменной	полупиковой;	пиковой;	базисной;
22	Какие главные требования предъявляются к пиковым энергетическим установкам?	высокая экономичность;	высокая надежность;	низкие удельные капиталовложения;	ремонтпригодность.
23	Какие главные требования предъявляют к пиковым энергетическим установкам?	высокая экономичность;	высокая маневренность и малые пусковые расходы топлива;	ремонтпригодность;	дизайн.
24	Какие основные требования предъявляют к полупиковым установкам?	высокая маневренность и малые пусковые расходы топлива;	низкие удельные капиталовложения;	высокая экономичность при работе на пониженных нагрузках;	дизайн.
25	Какие основные требования предъявляют к базисным установкам?	высокая экономичность и малые эксплуатационные расходы;	низкие удельные капиталовложения;	высокая маневренность;	малые пусковые расходы топлива.
26	Как осуществляется регулирование мощности скользящим давлением пара?	при изменении числа оборотов турбопривода питательного насоса;	дресселированием питательной воды;	изменением числа оборотов основной турбины;	изменением температуры пара перед турбиной.
27	Как осуществляется сопловое регулирование мощности турбины?	дресселированием пара перед турби-	парциальным подводом пара;	изменением давления пара в котле;	подачей свежего пара в промежуточные

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
		ной			ступени.
28	Как осуществляется дроссельное регулирование мощности турбины?	изменением температуры пара после котла;	дросселированием пара перед турбиной;	изменением давления пара в котле;	парциальным подводом пара.
29	Что называют энергетической характеристикой энергоблока?	изменение вакуума от нагрузки;	зависимость пускового расхода топлива от продолжительности пуска;	зависимость расхода топлива от мощности;	зависимость температуры питательной воды от мощности.
30	Каким показателем оцениваются маневренные свойства энергоблоков?	коэффициент полезного действия	удельный расход топлива	скорость повышения нагрузки	удельные капиталовложения
31	Что принято называть энергетической характеристикой установки?	зависимость удельного расхода топлива от мощности	зависимость давления рабочего тела от мощности	зависимость давления в отборах турбины от мощности	зависимость содержания в барабане котла от величины продувки
32	Что характеризует эффективность работы теплообменных аппаратов?	давление греющего теплоносителя	давление нагреваемого теплоносителя	температура греющего теплоносителя	минимальный температурный напор
33	Как влияет снижение нагрузки теплообменного аппарата?	увеличивает температурный напор	увеличивает среднелогарифмический температурный напор	снижает температуру греющего теплоносителя	снижает минимальный температурный напор
34	Каким показателем оцениваются маневренные свойства энергоустановок?	удельный расход топлива	продолжительность спуска	коэффициент полезного действия	вакуум в конденсаторе турбины
35	Какой способ регулирования мощности не применяется на паротурбинных энергоблоках?	дроссельный	сопловой	скользящим давлением пара	изменением числа оборотов ротора турбины
36	За счет чего достигается высокий КПД в парогазовых установках?	высокой температуры продуктов сгорания перед газовой турбиной	высокой температурой пара перед паровой турбиной	высокой температуры питательной воды	высокого давления деаэрации воды
37	Как изменяется КПД энергоустановки при снижении ее нагрузки?	увеличивается	уменьшается	остается постоянным	меняется ступенчато

№	Вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
38	Как изменяется удельный расход топлива энергоустановки при снижении ее нагрузки?	увеличивается	уменьшается	остаётся постоянным	меняется ступенчато
39	Какой способ регулирования мощности применяется на паротурбинных энергоблоках?	скользящей начальной температурой	скользящим начальным давлением	скользящей температурой питательной воды	скользящей температурой промпрегрева пара
40	Каким показателем не оцениваются маневренные свойства энергоблоков?	скорость нагружения	время запуска	приемистость	удельный расход топлива
41	Как изменяется мощность одновальной ГТУ?	утилизацией тепла отработавших газов	изменением начального давления газов	числом оборотов турбогенератора	изменением начальной температуры
42	Как изменяется мощность одновальной ГТУ?	изменением степени сжатия в компрессоре	числом оборотов турбогенератора	изменением положения воздушного направляющего аппарата в компрессоре	промежуточным охлаждением воздуха
43	Как изменяется мощность бинарной ПГУ?	числом оборотов ГТУ	числом оборотов ПТУ	снижением нагрузки ГТУ	остановом паровой турбины
44	Как изменяется мощность бинарной ПГУ?	изменением температуры уходящих газов за котлом-утилизатором	изменением температуры уходящих газов ГТУ	снижением расхода топлива в камере сгорания ГТУ	изменением расхода топлива в котле-утилизаторе

Примечание: время проведения контроля 90 минут.

Критерии оценки: менее 20 правильных ответов – неудовлетворительно;

от 22 до 30 правильных ответов – удовлетворительно;

от 31 до 37 правильных ответов – хорошо;

от 38 до 44 правильных ответов – отлично.

14. Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине и проведение практических занятий проводится с использованием мультимедийного оборудования.

При работе используется диалоговая форма занятий с постановкой и решением задач, дискуссиями по обсуждаемым вопросам. При проведении практических занятий создаются условия для самостоятельного выполнения заданий студентами.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% аудиторных занятий.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
1 семестр			
Подготовка и проведение натурных испытаний турбин.	Лекция	разбор ситуаций	2
Самостоятельное решение практических задач по физическому и математическому моделированию построения функций цели с учетом переменных режимов и свойств надежности объекта.	Практические занятия	разбор ситуаций	12
Научные семинары по обсуждению результатов НИР магистров.	Практические занятия	разбор ситуаций	14
2 семестр			
Научные семинары по обсуждению развернутых докладов магистрантов 1 курса с обоснованием актуальности, научной новизны и практической значимости НИР. Обоснование цели магистерской диссертации и методов исследования.	Практические занятия	разбор ситуаций	26
Решение практических задач по системным исследованиям с освоением методов комплексной многопараметрической	Практические занятия	разбор ситуаций	14

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
оптимизации.			
Совместный научный семинар магистрантов 1 и 2 курса по подведению итогов работ, выполненных магистрантами 2 курса.	Практические занятия	разбор ситуаций	4

15. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

1. Обязательные издания

1. Физические основы измерений : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе. - М. : ИЦ "Академия", 2010. - 240 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 235-236 (33 назв.). - ISBN 978-5-7695-5999-0 – 20 экз.

2. Теплофикация и тепловые сети : учебник / Е. Я. Соколов. - 9-е изд., стер. - М. : ИД МЭИ, 2009. - 472 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с. 465-469 (169 назв.). - Гриф: рек. М-вом образования Рос. Федерации в качестве учебника для студ. вузов, обучающихся по направлению "Теплоэнергетика". - ISBN 978-5-383-00337-4 – 3 экз.

3. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / С. В. Цанев [и др.] ; под ред. С. В. Цанева. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИД МЭИ, 2011. - 428 с. : ил. - Систем. требования: 128 MB RAM оперативной памяти. - Режим доступа : <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib/3321-elreselibonline>. - Количество одновременных доступов 5. - ISBN 978-5-383-00504-0

2. Дополнительные издания

4. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС : учеб. пособие для теплоэнергетич. и энергомашиностроит. вузов / под ред. А. И. Андрющенко. - М. : Высшая школа, 1991. - 303 с. : ил. ; 21см. - ISBN 5-06-001752-4 – 71 экз.

5. Векторная оптимизация режимов работы электростанций [Текст] / Р. З. Аминов. - М. : Энергоатомиздат, 1994. - 304 с. : ил., табл. ; 21см. - ISBN 5-283-00212-8 – 5 экз.

6. Методика и практика технических экспериментов : учеб. пособие / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. - М. : ИЦ "Академия", 2005. - 288 с. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 279-280 (31 назв.). - Гриф: допущено М-вом образования РФ. - ISBN 5-7695-1951-7 – 16 экз.

7. Теплофикационные установки и их использование : Учеб. пособие для теплоэнергет. спец. вузов / А. И. Андрющенко, Р. З. Аминов, Ю. М. Хлебалин. - М. : Высшая школа, 1989. - 256 с. : ил. ; 22см. - ISBN 5-06-000104-0 – 140 экз.

3. *Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).*

4. *Периодические издания*

8. Журнал Теплоэнергетика : теорет и науч. -практ. журн. - М. : МАИК "Наука/Интерпериодика", (1954 – 2018), № 1-12. ISSN

9. Журнал Электрические станции : произв.-техн. журн. - М. : НТФ "Энергопрогресс".- (1930 – 2018г.), № 1-12. ISSN

10. Журнал Атомная энергия : теорет. и науч.-техн. журн. - М. : Ред. журн. "Атомная энергия", (1956 – 201), №1-12. ISSN

5. *Интернет-ресурсы*

11. Ежемесячный журнал атомной энергетики России:
<http://rosenergoatom.info/> .

12. Интернет-Университет Информационных Технологий-
<http://www.intuit.ru/>

13. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников – <http://www.thermophysics.ru/>

14. Интернет-версия справочника «Теплотехника и теплоэнергетика» – <http://tw.t.mpei.ac.ru/ТТНВ/>

6. *Источники ИОС.*

15. Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии 1 семестр

16. Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологии 2 семестр -

7. *Профессиональные Базы Данных.*

17. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников – <http://www.thermophysics.ru/>

8. *Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья*

9. *Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые организациями-участниками образовательного процесса*

18. Сервер, позволяющий вести дистанционно в Интернете инженерные и научно-технические расчеты, в том числе и в области теплоэнергетики – <http://www.vpu.ru/mas>,

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором.

Для практических занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором и имеющая доступ к проводному Интернету либо к *Wi-Fi*.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point), Acrobat Reader, Internet Explorer, или других аналогичных.