Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
(ФГБОУ ВО «КГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по НИР
_____ Е.А. Вдовин
«_27_» _09_ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1 «Промышленная теплоэнергетика»

индекс, наименование дисциплины по учебному плану

Направление подготовки
13.06.01 Электро- и теплотехника
код и наименование направления подготовки

Направленность (профиль)
«Промышленная теплоэнергетика»
наименование направленности подготовки

Уровень высшего образования
подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения
очная, заочная

Год набора 2014, 2015, 2016, 2017, 2018

Кафедра
«Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции»

г. Казань – 2018 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки *13.06.01 Электро- и теплотехника* (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от *«30» июля 2014г. № 878* и рабочим учебным планом КазГАСУ.

Разработал:
Заведующий кафедрой
«Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции»
д-р техн. наук, профессор Садыков Р.А.

Рассмотрена и одобрена на заседании
кафедры «*Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции*»
«4» 09 2018г.
Протокол № 1
Заведующий кафедрой
/ _____ / *Садыков Р.А. /*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии
института строительных технологий и инженерно-экологических систем
«24» 09 2018г.
Протокол № 6
/ _____ / *Солдатов Д.А /*

Руководитель ОПОП

/ _____ / *Золотоносов Я.Д. /*

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **«Промышленная теплоэнергетика»** *место дисциплины – вариативная часть* *Блока 1. Дисциплины (модули), трудоемкость – 3 ЗЕ/ 108 часа* *форма промежуточной аттестации – экзамен*	
Цель освоения дисциплины	формирование и углубление уровня освоения у аспирантов компетенций в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепло- и парогенераторов, тепловых машин, аппаратов и устройств.
Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	– Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1); – Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1); – Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3); – Способность применять результаты методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-1); – Способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок по совершенствованию, оптимизации, повышению надежности систем промышленной теплоэнергетики (ПК-4); – Способность к математическому моделированию тепловых процессов и установок (ПК-5); – Способность осуществлять теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло (ПК-6).
Знания, умения и навыки, получаемые в процессе освоения дисциплины	**Знать:** – основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; – методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках; – Современные методы исследования процессов в области промышленной теплоэнергетики; – Результаты теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; – основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования; – инновационные методы расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий;

	– Способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках. **Уметь:** – выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; – использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках; – Применять новые методы исследований в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области промышленной теплоэнергетики; – применять результаты методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; – использовать основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования; – использовать инновационные методы расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий; – Использовать способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках. **Владеть:** – навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; – новыми методами исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках; – Современными методами исследований по разрабатываемой научно-исследовательской деятельности в области промышленной теплоэнергетики; – методикой применения результатов методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; – основными методиками проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования; – Основными инновационными методами расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий;

	– Основанными способами разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках
Краткая характеристика дисциплины (основные блоки и темы)	Раздел 1. Техническая термодинамика. Тема: Основные понятия и определения. Термодинамическая система. Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния идеального газа. Тема: Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для закрытых систем и для потока. Тема: Исследование термодинамических процессов идеальных газов в закрытых системах. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы. Тема: Второй закон термодинамики. Эксергия. Формулировка второго закона термодинамики. Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых циклов. Тема: Идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл с подводом теплоты при постоянном объёме и постоянном давлении газа. Тема: Термодинамический анализ работы компрессоров. Мертвое пространство и его влияние на работу компрессора. Многоступенчатый компрессор. Тема: Термодинамические свойства реальных газов. Процесс парообразования. Основные понятия и определения. Параметры состояния воды и водяного пара. Влажный воздух. Тема: Циклы турбинных установок. Тема: Истечение газа из сопел и диффузоров, дросселирование. Тема: Циклы холодильных установок и тепловых насосов. Газокомпрессионная холодильная установка. Парокомпрессионная холодильная установка. Раздел 2. Основы теории тепло- и массообмена. Тема: Основные положения тепло- и массообмена. Способы распространения теплоты в пространстве. Общие сведения о массообменных процессах. Способы выражения состава фаз. Тема: Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Постановка и решение задач нестационарной теплопроводности для тел простой формы. Тема: Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи Ньютона. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Тема: Основные положения теории подобия и её применение для описания теплоотдачи. Тема: Теплообмен излучением. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделёнными прозрачной средой. Тема: Теплопередача. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Тема: Теплообменные аппараты и основы их расчёта. Тепловой расчёт рекуперативного теплообменника. Интенсификация теплообмена. Тема: Молекулярная диффузия. Закон молекулярной концентрационной диффузии Фика.

	Тема: Конвективный массообмен. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Критериальные уравнения для расчёта коэффициентов массоотдачи. Тема: Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Модифицированные уравнения массопередачи. Общая схема массопередачи в системах с твёрдой фазой и закономерности внутреннего массопереноса. Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Тема: Топливо и расчёт процессов горения. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания. Тема: Котельные установки. Принципиальная схема паровой котельной установки. Тепловой и эксергетический балансы котла. Паровые котлы. Тема: Нагреватели воды и воздуха. Теплогенераторы и электрические нагреватели воды. Теплогенераторы-воздухонагреватели. Паровые и водяные нагреватели и нагревательные установки воздуха. Тема: Двигатели внутреннего сгорания. Показатели экономичности работы двигателя. Тепловой баланс. Тема: Компрессоры. Компрессоры объёмного и динамического действий. Тема: Тепловые электростанции. Принципиальная тепловая схема КЭС, ТЭЦ. Мини-ТЭЦ на базе турбогенераторов. Мини-ТЭЦ на базе ДВС. Раздел 4. Применение теплоты в строительстве. Тема: Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений. Микроклимат помещений. Расчёт требуемого расхода воздуха. Тема: Отопление зданий и сооружений. Тепловой баланс помещения. Тепловые потери помещения. Отопительные приборы и их расчёт. Тема: Отопление и помещение промышленных помещений. Балансовые уравнения тепло- влаго- и газообмена. Расчёт воздухообмена. Угловой коэффициент тепло- и влагообмена. Тема: Процесс сушки в строительстве. Способы сушки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика сушки. Тема: Применение холода в строительстве. Машинное охлаждение. Расчёт холодильной мощности и выбор холодильной установки. Тема: Системы теплоснабжения. Определение расхода теплоты по укрупнённым показателям. Тепловая мощность котельной. Выбор котлов. Графики потребления теплоты. Теплотехнические показатели работы котельной. Тема: Тепловые сети. Гидравлический расчёт тепловой сети. Тепловые пункты. Тема: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Энергия биомассы. Солнечная, ветровая, геотермальная энергии. Водородная энергетика. Тема: Энергосбережение. Энергосбережение на ТЭС. Повышение эффективности производства энергии за счёт применения мини-ТЭЦ. Энергосбережение при отоплении зданий и сооружений. Энергосбережение при сушке. Энергетические обследования, энергоаудит и учёт тепловой энергии. Тема: Охрана окружающей среды.

ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины *«Промышленная теплоэнергетика»* является формирование и углубление уровня освоения у аспирантов компетенций в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принципы действия и конструктивные особенности тепло- и парогенераторов, тепловых машин, аппаратов и устройств.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО) подготовки кадров высшей квалификации по направлению подготовки *13.06.01 Электро- и теплотехника* направленность (профиль) подготовки *Промышленная теплоэнергетика* аспирант должен овладеть следующими результатами по дисциплине *«Промышленная теплоэнергетика»*.

Таблица 1.1.

Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области.
		Уметь: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.
		Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ОПК-1	Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знать: методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках
		Уметь: использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках
		Владеть: новыми методами исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассопереноса в теплогенерирующих установках
ОПК-3	Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Знать: Современные методы исследования процессов в области промышленной теплоэнергетики
		Уметь: Применять новые методы исследований в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		промышленной теплоэнергетики
		Владеть: Современными методами исследований по разрабатываемой научно-исследовательской деятельности в области промышленной теплоэнергетики
ПК-1	Способность применять результаты методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	Знать: Результаты теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
		Уметь: применять результаты методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
		Владеть: методикой применения результатов методологических теоретических и экспериментальных исследований в области промышленной теплоэнергетики на государственном и иностранном языках, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
(ПК-4)	Способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок по совершенствованию, оптимизации, повышению надежности систем промышленной теплоэнергетики	Знать: основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования
		Уметь: использовать основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования
		Владеть: основными методиками проведения научных исследований и разработок по совершенствованию теплового и энергетического оборудования
(ПК-5)	Способность к математическому моделированию тепловых процессов и установок	Знать: инновационные методы расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий
		Уметь: использовать инновационные методы расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий
		Владеть: Основными инновационными методами расчёта и средства моделирования процессов и аппаратов промышленной теплоэнергетики с учётом энергосберегающих мероприятий
(ПК-6)	Способность осуществлять теоретиче-	Знать: Способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоя-

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	ские и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло	тельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках
		Уметь: Использовать способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках
		Владеть: Основанными способами разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности при изучении процессов тепломассопереноса и гидродинамики в промышленных тепловых установках

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «П*ромышленная теплоэнергетика*» относится к *базовой/вариативной* части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и умения в области физики, математики, графического моделирования, теплотехники, технической термодинамики. Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ОПОП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций. Знания и навыки, полученные аспирантами, при изучении данной дисциплины, могут быть применены при подготовке и написании научно-квалификационной работы (диссертации).

Дисциплина «*Промышленная теплоэнергетика* » изучается в 3 семестре на 2 курсе при очной форме обучения, в 3 семестре на 2 курсе при заочной форме обучения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 3.1.

Для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Форма текущего контроля успеваемости
			Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Техническая термодинамика.	3	4	4	25	
2	Раздел 2. Основы теории тепло- и массообмена	3	5	5	17	
3	Раздел 3. Теплоэнергетические установки	3	5	5	18	
4	Раздел 4. Применение теплоты в строительстве	3	4	4	12	
	ИТОГО:		18	18	72	Экзамен

Таблица 3.2.

Для аспирантов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Форма текущего контроля успеваемости
			Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Техническая термодинамика.	3	2	2	25	
2	Раздел 2. Основы теории тепло- и массообмена	3	3	2	30	
3	Раздел 3. Теплоэнергетические установки	3	3	2	23	
4	Раздел 4. Применение теплоты в строительстве	3	2	2	12	
	ИТОГО:		10	8	90	Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины структурируется по темам (разделам) с указанием отведенных на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной и заочной формы обучения.

Таблица 4.1.1.

Содержание занятий лекционного типа для очной/заочной форм обучения

№ п/п	Тема и содержание занятия	Объем, академ. часы	
		Очн.	Заочн.
1.	**Раздел 1. Техническая термодинамика.**	3	4
	Тема: Основные понятия и определения. Термодинамическая система.		
	Тема: Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для закрытых систем и для потока.		
	Тема: Исследование термодинамических процессов идеальных газов в закрытых системах. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.		
	Тема: Второй закон термодинамики. Эксэргия. Формулировка второго закона термодинамики. Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых циклов.		
2	**Раздел 2. Основы теории тепло- и массообмена.**	4	
	Тема: Основные положения тепло- и массообмена. Способы распространения теплоты в пространстве. Общие сведения о массообменных процессах. Способы выражения состава фаз.		
	Тема: Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье. Стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенке. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Постановка и решение задач нестационарной теплопроводности для тел простой формы.		
	Тема: Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи Ньютона-на. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.		
	Тема: Основные положения теории подобия и её применение для описания теплоотдачи.		
	Тема: Теплообмен излучением. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделёнными прозрачной средой.		
	Тема: Конвективный массообмен. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Критериальные уравнения для расчёта коэффициентов массоотдачи.	2	4
	Тема: Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Модифицированные уравнения массопередачи. Общая схема массопередачи в системах с твёрдой фазой и закономерности внутреннего массопереноса.		
3	**Раздел 3. Теплоэнергетические установки.**	3	
	Тема: Топливо и расчёт процессов горения. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания.		
	Тема: Котельные установки. Принципиальная схема паровой котельной установки. Тепловой и эксергетический балансы котла. Паровые котлы.		
	Тема: Нагреватели воды и воздуха. Теплогенераторы и электрические нагреватели воды. Теплогенераторы-воздухонагреватели. Паровые и водяные нагреватели и нагревательные установки воздуха.		
	Тема: Двигатели внутреннего сгорания. Показатели экономичности работы двигателя. Тепловой баланс.	2	
	Тема: Компрессоры. Компрессоры объёмного и динамического действий.		
	Тема: Тепловые электростанции. Принципиальная тепловая схема КЭС, ТЭЦ. Мини-ТЭЦ на базе турбогенераторов. Мини-ТЭЦ на базе ДВС.		
4	**Раздел 4. Применение теплоты в строительстве.**	2	2

№ п/п	Тема и содержание занятия	Объем, академ. часы	
		Очн.	Заочн.
	Тема: Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений. Микроклимат помещений. Расчёт требуемого расхода воздуха.		
	Тема: Отопление зданий и сооружений. Тепловой баланс помещения. Тепловые потери помещения. Отопительные приборы и их расчёт.		
	Тема: Отопление и помещение промышленных помещений. Балансовые уравнения тепло- влаго- и газообмена. Расчёт воздухообмена. Угловой коэффициент тепло- и влагообмена.		
	Тема: Процесс сушки в строительстве. Способы сушки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушки. Кинетика сушки.		
	Тема: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Энергия биомассы. Солнечная, ветровая, геотермальная энергии. Водородная энергетика.		
	Тема: Энергосбережение. Энергосбережение на ТЭС. Повышение эффективности производства энергии за счёт применения мини-ТЭЦ. Энергосбережение при отоплении зданий и сооружений. Энергосбережение при сушке. Энергетические обследования, энергоаудит и учёт тепловой энергии.	**2**	
	Тема: Охрана окружающей среды.		

Таблица 4.2.1.

Содержание занятий семинарского типа для очной/заочной форм обучения

№ п/п	Тема и содержание занятия.	Объем, академ. часы	
		Очн.	Заочн.
1.	Решение дифференциальных уравнений	**4**	**4**
	Тема: Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла (пластина)		
	Тема: Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла (цилиндр)		
	Тема: Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла (шар)		
	Тема: Определение потоков и коэффициентов переноса		
2	Тема: Критический диаметр	**8**	
	Тема: Решение уравнений переноса при нестационарном режиме (пластина)		
	Тема: Решение уравнений переноса при нестационарном режиме (цилиндр)		
	Тема: Решение уравнений переноса при нестационарном режиме (шар)		
	Производные характеристики от решения уравнений переноса		
	Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла и граничных условиях первого рода (пластина)	**6**	**4**
	Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла и граничных условиях второго рода (пластина)		
	Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла и гранич-		

№ п/п	Тема и содержание занятия.	Объем, академ. часы	
		Очн.	Заочн.
	ных условиях третьего рода (пластина)		
	Решение уравнений при стационарном режиме переноса тепла при смешанных краевых условиях		

Таблица 4.3.

Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Номер раздела	Вид самостоятельной работы аспиранта	Содержание работы	Объем, академ. часы	
				Очн.	Заочн.
1	**1-3**	Систематизация имеющейся информации	Работа с конспектом лекции	**10**	**20**
2	**1-3**	Самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам	Поиск и сбор информации в интернет-источниках, базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам	**40**	**45**
3	**1-2**	Подготовка к занятиям семинарского типа (практическим занятиям)	изучение лекционного материала, выполнение домашнего задания	**10**	**10**
4	**1-4**	Подготовка к сдаче экзамена	Повторение и закрепление изученного материала	**12**	**15**
			ИТОГО:	**72**	**90**

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоения знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации аспирантов в КГАСУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнения заданий на практических занятиях. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «*Промышленная теплоэнергетика*») является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

Таблица 5.1.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Код контролируемой компетенции (или ее части)	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-5, ПК-6	Раздел 1. Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния идеального газа. Раздел 2. Стационарная теплопроводность в	*Ответы на занятии*

Код контролируемой компетенции (или ее части)	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
	плоской и цилиндрической стенке.	
ОПК-3, ПК-1 , ПК-5, ПК-6	Раздел 3. Котельные установки. Принципиальная схема паровой котельной установки. Тепловой и эксергетический балансы котла. Паровые котлы.	*Ответы на занятии*
ПК-1, ПК-4, ПК-5, ПК-6	Раздел 2. Решение уравнений переноса при нестационарном режиме (пластина)	*Ответы на занятии*

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Уравнение состояния идеального газа.
2. Первый закон термодинамики.
3. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропный процессы.
4. Формулировка второго закона термодинамики.
5. Теплопроводность. Закон теплопроводности Фурье.
6. Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи Ньютона.
7. Нагреватели воды и воздуха. Теплогенераторы и электрические нагреватели воды.
8. Теплоэнергетические установки.
9. Двигатели внутреннего сгорания. Показатели экономичности работы двигателя. Тепловой баланс.
10. Принципиальная тепловая схема КЭС, ТЭЦ.
11. Отопление и вентиляция промышленных помещений.
12. Процесс сушки в строительстве. Способы сушки.
13. Расчёт холодильной мощности и выбор холодильной установки.
14. Тепловая мощность котельной. Выбор котлов.
15. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.
16. Энергосбережение на ТЭС.
17. Повышение эффективности производства энергии за счёт применения мини-ТЭЦ.
18. Энергосбережение при отоплении зданий и сооружений.
19. Энергетические обследования, энергоаудит и учёт тепловой энергии.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «*Промышленная теплоэнергетика*» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Таблица 5.2.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
«хорошо»	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1.

Список основной литературы

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1	Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина; изд. 4-е, стереот. – М.: Изд.дом МЭИ. 2007 – 632 с.	6
2	Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев; 3-е издание. – М.: Энергоатомиздат. 1988 – 528 с.	6
3	Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих конструкций здания. – М.: Изд-во АВОК-ПРЕСС, 2006. – 250 с.	30

Таблица 6.2.

Список дополнительной литературы

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1	Афанасьев В.Н., Исаев С.И., Кожинов И.А. и др. Задачник по теплотехнической термодинамике и теории тепломассообмена. – М.: Высшая школа, 1986 – с. 382.	12

6.3. Методические указания по дисциплине

1. Замалеев З.Х., Валиуллин М.А., Садыков Р.А. Сборник задач по тепломассообмену. / З.Х. Замалеев, М.А. Валиуллин, Р.А. Садыков: Уч. пособие. Казань: КГАСУ, 2017. – 107 с.
2. Садыков Р.А., Куприянов В.Н., Крайнов Д.В., Сафин И.Ш., Иванцов А.И. Расчёт приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий: Учебно-методическое пособие к выполнению самостоятельной работы / Р.А.

Садыков, В.Н. Куприянов, Д.В. Крайнов, И.Ш. Сафин, А.И. Иванцов. – Казань: Изд.-во КГАСУ , 2018 г. – 55с.
3. Галиуллина А.А., Ахмерова Г.М., Садыков Р.А. основы гидравлики и теплотехники: Методические указания к виртуальным лабораторным работам / А.А. Галиуллина, Г.М. Ахмерова, Р.А. Садыков: Под общей редакцией Р.А. Садыкова. – Казань: Изд.-во КГАСУ, 2015. – 20 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Страница кафедры «ТЭГВ» на сайте КГАСУ
2. http://window.edu.ru – Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" для свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования и к ресурсам системы федеральных образовательных порталов.
3. http://www.esti-map.ru/ – Эсти-Мап: Официальный представитель Pitney Bowes Software, производителя программного обеспечения MapInfo, в России и странах СНГ

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:

1. Использование электронной информационно-образовательной среды университета.
2. Применение средств мультимедиа при проведении лекций и практических занятий для визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных видеофильмов.
3. Оформление индивидуальных заданий (рефератов, проектов, презентаций).
4. Автоматизация поиска информации посредством использования справочных систем.
5. Организация взаимодействия со студентами с помощью электронной почты.

При освоении данной дисциплины предусмотрено использование следующего специального программного обеспечения:

1. текстовый редактор Microsoft Word;
2. электронные таблицы Microsoft Excel;
3. презентационный редактор Microsoft Power Point.
4. PB MapInfo®

В ходе реализации целей и задач дисциплины аспиранты могут использовать возможности современных профессиональных база данных (в том числе международных реферативных база данных научных изданий) и информационных справочных систем:

1. http://pravo.gov.ru – Официальный интернет-портал правовой информации
2. http://www.consultant.ru - Справочная правовая система «Консультант Плюс»
3. http://www.garant.ru - Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
4. http://elibrary.ru/ - Электронная научная библиотека
5. http://e.lanbook.com/ - Электронно-библиотечная система «Лань»
6. www.scopus.com - библиографическая и реферативная база данных.
7. http://docs.cntd.ru/ - Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт».

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина *«Промышленная теплоэнергетика»* изучается в течение 3 семестра. При планировании и организации времени, необходимого на изучение обучающимся дисциплины, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

Таблица 8.1.

Рекомендации по организации самостоятельной работы аспиранта

Вид учебных занятий	**Организация деятельности аспиранта**
Занятия лекционного типа (лекции)	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Аспирант может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы. Преподаватель может рекомендовать аспирантам следующие основные формы записи информации: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах. План - это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект. Конспект - это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов: План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении. Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника. Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом. Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).
Занятия семинарского типа (практические занятия)	Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Цели практических занятий: помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера; научить аспи-

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
	рантов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; научить работать с книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой; формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля. Структура практического занятия (чаще всего) включает следующие компоненты: 1. Выступление педагога; 2. Ответы на вопросы аспирантов по неясному учебному материалу; 3. Практическая часть как плановая; 4. Заключительное слово педагога. Во вступительной части педагог объявляет тему практического занятия, ставит цели и его задачи, проверяет исходный уровень готовности аспирантов к практическому занятию (выполнение тестов, контрольные вопросы и т.п.). Ответы на вопросы аспирантов по неясному учебному материалу могут возникнуть в процессе их подготовки к занятию. Педагог должен ответить на вопросы и дать дополнительные объяснения по проблемам, возникшим у аспирантов, назвать источники информации. Практическая часть может включать обсуждение рефератов, дискуссии, решение задач, доклады, тренировочные упражнения, наблюдения, эксперименты. Кроме того, на данном этапе может быть организована групповая работа, работа в микрогруппах; индивидуальные выступления (с презентацией, решение педагогических задач) и др. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ввиду трудоемкости подготовки к практическому занятию преподавателю следует предложить аспирантом алгоритм действий, рекомендовать еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме семинара, тщательно продумать свое устное выступление. На практическом занятии каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом аспирант может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т.д.
Самостоятельная работа	Важной частью самостоятельной работы является изучение основной литературы, ознакомление с дополнительной литературой.
Подготовка к экзамену	Подготовка к экзамену предполагает изучение основной и дополнительной литературы, изучение конспекта лекций.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 9.1.

Таблица 9.1. Требования к условиям реализации дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Семинарские занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
3	Самостоятельная работа обучающихся	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (компьютерный класс библиотеки)	Специализированная учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета