

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический универси-
тет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


«11.» 09.

Проректор по УР
А.В. Бурмистров
2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 Процессы и аппараты очистки газовых выбросов

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ

Курс, семестр 4 курс, 7 семестр

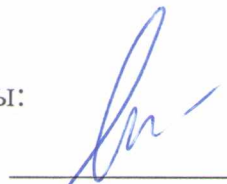
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	216	6

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для профиля «Энергетика теплотехнологий», на основании учебных планов набора обучающихся 2015-2018 годов

Разработчик программы:

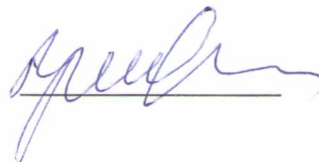
доцент каф. ТОТ
(должность)


(подпись)

И.И. Гильмутдинов
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «ТОТ», протокол от 28.08.2018 г. № 7.

Зав. кафедрой, профессор

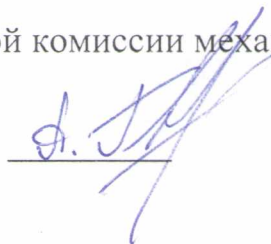


Ф.М.Гумеров

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 03.09.2018 г. № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 3.09.2018 г. № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» является

- а) Изучение новых основ создания перспективных энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов;
- б) Изучение теоретических основ сверхкритических флюидных технологий;
- в) Изучение примеров промышленной реализации сверхкритических флюидных технологий.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки «Энергетика теплотехнологий» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской; расчетно-проектной и проектно-конструкторской; производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» по направлению подготовки «Энергетика теплотехнологий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а). Физика;
- б) Химия;
- в) Техническая термодинамика;
- г) Гидравлика;

Дисциплина «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» не является предшествующей и не влияет на успешное усвоение последующих дисциплин.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

ПК-10 готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) понятия: суб- и сверхкритические флюиды; основы энергосберегающего и экологически безопасного характера процессов; виды процессов принципы выбора экстрагентов и растворителей; выбор режимных параметров осуществления процессов; типы циклов; возможности применения в различных отраслях промышленности.

б) природу критического состояния вещества;

в) свойств суб- и сверхкритических флюидов;

г) перечень процессов и циклов по которым они осуществляются на примере различных отраслей промышленности.

2) Уметь:

а) выбирать сверхкритический экстрагент или растворитель.

б) рассчитывать необходимые его термодинамические и переносные свойства.

в) сформулировать подходы к установлению режимных параметров осуществления процессов, включая проведение экспериментальных исследований растворимости веществ в суб- и сверхкритических флюидных растворителях.

3) Владеть: методами осуществления процессов: экстракционного, сушки, диспергирования и импрегнации с использованием СКФ-сред.

3) Владеть:

а) представлениями об основных процессах, использующих рабочие среды в сверхкритическом флюидном состоянии;

б) представлениями о ресурсо- и энергосберегающем характере этих процессов;

в) представлениями о возможных промышленных применениях сверхкритических флюидных технологий в различных отраслях промышленности.

4. Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	7	6	3	8	-	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
2	Теории критических явлений	7	4	2	8	20	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий	7	6	3	4	20	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
4	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители	7	8	4	8	20	<i>Контрольная работа</i>
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	7	8	4	8	-	<i>Решение задач, расчетная работа</i>
6	Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности	7	4	2	-	30	<i>Тестирование, реферат</i>
	Всего		36	18	36	90	<i>Экзамен, 36 ч.</i>

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	6	Тема 1. Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях.	Предмет курса. Энерго- и ресурсосбережение и экологическая безопасность технологических процессов. Новые физические основы создания энергосберегающих и экологически безопасных процессов. Природа критического состояния. Термодинамика критического состояния. Фазовые диаграммы. Критическая опалесценция и гравитационный эффект. Фазовые переходы I и II родов. Аналогия между критической точкой жидкости и другими типами фазовых переходов. Методы определения критических параметров однокомпонентных систем.	ПК-4
2	Теории критических явлений	4	Тема 2. Теории критических явлений.	Классические теории критических явлений. Классические теории критических явлений. Теория Ван-дер-Ваальса фазовых переходов «жидкость-газ». Парная корреляционная функция в теории Орнштейна-Цернике. Модели для фазовых переходов в жидкостях. Теория Ландау. Роль флуктуации и область применимости классической теории. Современные представления о природе критических явлений. Критические показатели и гипотеза однородности термодинамических величин. Гипотеза масштабной инвариантности. Универсальность критических показателей. Масштабное уравнение состояния. Динамический скейлинг. Критические показатели и критические амплитуды	ПК-4

				по результатам экспериментальных исследований. Изохорная и изобарная теплоемкости. Кривая сосуществования и критическая изотерма. Изотермическая сжимаемость и корреляционная функция. Скорость звука. Температуропроводность и вязкость. Идеальная, избыточная, регулярная и сингулярная теплопроводности. Масштабная функция теплопроводности. Изоморфизм критических явлений. Критические явления в растворах.	
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий.	6	Тема 3. Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий.	Элементы теории, используемые в расчётах фазовых равновесий. Химический потенциал компонента раствора. Общие условия фазового равновесия. Зависимость химического потенциала компонента от давления. Зависимость химического потенциала (летучести) компонента от состава. Принцип соответственных состояний и его использование для нахождения химического потенциала компоненты смеси. Общие принципы решения задач фазовых равновесий жидкость - газ. Константы фазовых равновесий. Типы фазовых равновесий. Расчет критических параметров многокомпонентных систем.	ПК-4
4	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители.	8	Тема 4. Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители.	Свойства суб- и сверхкритических флюидных экстрагентов и растворителей. Теплофизические свойства веществ в сверхкритическом флюидном состоянии. Растворимость веществ в сверхкритических флюидах. Сопоставительный анализ свойств сверхкритических флюидных экстрагентов и жидких органических растворителей. Обоснование энергосберегающего характера сверхкритических флюидных технологий. Методы исследования и описания растворимости веществ в	ПК-4

				сверхкритических флюидных растворителях. Экспериментальные методы исследования растворимости веществ в сверхкритических флюидных растворителях. Эмпирические методы описания растворимости. Теоретические методы описания растворимости. Силы межмолекулярного взаимодействия в разбавленных флюидных растворах. Повышение растворяющей способности сверхкритических флюидов путем добавления сорастворителей и модификаторов. Распределение веществ и синергетический эффект в системах жидкость – сверхкритический флюид. Работа, теплота и изменение объема в процессах растворения и выделения веществ.	
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	8	Тема 5. Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	Суб- и сверхкритические экстракционные процессы. Выбор растворителя (экстрагента). Критерии подбора сорастворителей. Установление термодинамической области осуществления процесса экстрагирования. Суб- и сверхкритические экстракционные циклы: изотермический, изобарический, компрессорный, насосный. Эксергетический анализ суб- и сверхкритических экстракционных циклов. Пути технико-экономической оптимизации суб- и сверхкритических экстракционных циклов: использование тепловых насосов; сочетание с процессами адсорбции, мембранной сепарации, обратного осмоса, дистилляции и другими. Принципы иных флюидных процессов. Физические основы микронизации материалов посредством расширения сверхкритического раствора (RESS). Физические основы микронизации материалов по методу сверхкритическо-	ПК-4, ПК-10

				гоантирастворителя. Физические основы очистки и пропитки пористых структур с использованием сверхкритических флюидных растворителей. Сушка по сверхкритическому пути. Сверхкритические флюиды как среды для проведения химических реакций. Классификация промышленных установок и требования к их изготовлению.	
6	Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.	4	Тема 6. Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.	Суб- и сверхкритические флюидные технологии в пищевой, парфюмерной и фармацевтической отраслях промышленности. Декофенизация кофе и чая, денитрофикация табака; выделение эфирных масел, вкусовых и ароматических экстрактов растительного сырья, включая экстракты лекарственных растений. Очистка фармакопейных субстанций от остаточного растворителя и их микронизация. CO₂ – увеличение нефтеотдачи пластов. Первичный, вторичный и третичный методы нефтедобычи. Методы увеличения нефтеотдачи пластов в рамках третичной нефтедобычи. Физико-химическая природа CO₂ - увеличения нефтеотдачи пластов. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки углеводородного сырья. Ожижение угля; переработка нефтешламов; очистка тяжелых нефтяных фракций от асфальтенов и смол. Суб- и сверхкритические флюиды в химии и нефтехимии. Разделение смесей органических соединений. Концентрирование водных растворов спиртов. Регенерация адсорбентов, катализаторов, фильтров. Производство порошковых покрытий. Производство кремниевых аэроге-	ПК-10

				лей. Выделение металлов из жидких и твердо-дисперсных сред. Суб- и сверхкритические флюиды в полимерной химии.	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	3	Тема 1. Расчет критических параметров диоксида углерода по методу Лидерсена. Определение критических индексов кривой сосуществования, критической изотермы, изотермической сжимаемости на основе экспериментальных данных, полученных при реализации опыта Эндрюса. Проверка соотношения Рашбрука.	Обращение к материалу 1-ой лекции. Объяснение сути метода групповых вкладов и расчет критических параметров ряда веществ. Расчет критических индексов на базе экспериментальных данных исследования P _v диаграммы диоксида углерода и соответствующих степенных зависимостей.	ПК-4
2	Теории критических явлений	2	Тема 2 Расчет критических параметров веществ в рамках Теории Ван-дер Вальса. Расчет масштабной функции теплопроводности аргона на основе результатов экспериментального исследования теплопроводности	Обращение к материалу 2-ой лекции. Расчет критических параметров на основе соответствующих соотношений и значений индивидуальных параметров. Расчет масштабной функции теплопроводности для аргона.	ПК-4
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий	3	Тема 3 Установление значений параметров бинарного взаимодействия в системе «низколетучесоединение-сверхкритический диоксид углерода» на основе экспериментальных данных по растворимости и использования уравнения Пенга-Робинсона.	Обращение к материалу 3-ей и 4-ой лекций. Дополнительное привлечение критических параметров растворяемого и растворителя, а также экспериментальных данных по растворимости в заданном диапазоне температур и давлений. Использование соответствующего программного продукта.	ПК-4
4	Суб- и сверхкрити-	4	Тема 4 Принципы расчета растворимости веществ в	Ознакомление со схемами реализации статического и динамического методов	ПК-4

	ческие флюидные экстрагенты и растворители.		СКФ-растворителях в рамках статического и динамического методов исследования. Принцип установления числа циклов импрегнации для импрегнирования определенного количества наполнителя.	исследования растворимости, с их достоинствами и недостатками и, прежде всего, в части точности получаемых результатов. Расчет числа необходимых циклов импрегнации по данным растворимости материала пропитки в сверхкритическом CO ₂ .	
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	4	Тема 5 Принцип установления термодинамической области состояния многокомпонентной системы с участием СКФ-среды для осуществления метода SAS.	Исследование растворимости диспергируемого материала в органическом растворителе. Исследование бинодали бинарной системы «органический растворитель-СК-CO ₂ ». Исследование растворимости в бинарном растворителе.	ПК-4
6	Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.	2	Тема 6 Эксергетический метод анализа эффективности СКФЭ-циклов.	Ознакомление с принципом анализа на примере сверхкритического флюидного экстракционного цикла.	ПК-4, ПК-10
	Итого	18			

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом) 36 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях.	8	Исследование P _v диаграммы CO ₂ для докритических, критической и сверхкритических изотерм.	Построение P _v диаграммы CO ₂ для докритических, критической и сверхкритических изотерм. Расчет	ПК-4

				критических индексов	
2	Теория критических явлений	8	Исследование растворимости антрацена в сверхкритическом CO ₂ с использованием статического и динамического методов	Реализация обозначенных методов при t=40°C и P=15 МПа. Проверка равновесности концентрации антрацена в растворителе	ПК-4
3	Элементы теории, используемых в расчётах фазовых равновесий	4	Диспергирование полимерных материалов методом RESS	Получение микро- и наночастиц полимерного материала с использованием метода быстрого расширения сверхкритического раствора	ПК-10
4.	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты в растворители	8	Диспергирование полимерных материалов методом SAS/SEDS	Исследование термодинамических свойств соответствующих систем. Диспергирование материала	ПК-10
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий	8	Получение биодизельного топлива посредством осуществления реакции переэтерификации в СКФ условиях	Осуществление реакции с использованием реакторов периодического или проточного типов. Анализ состава продукта реакции	ПК-10

8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
Физические эффекты в окрестности термодинамической критической точки и их природа; Особенности реализации методов исследования свойств веществ в окрестности критической точки; Способы представления поведения свойств вещества в окрестности критической точки.	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;	ПК-4, ПК-10

Процессы СКФ экстракции, СКФ импрегнации, RESS, SAS/SEDS, SCWO.	20	Составление материальных тепловых, эксергетических балансов по данным полученным на лабораторных и практических занятиях.	ПК-4, ПК-10
Растворимость веществ в сверхкритических флюидных растворителях; Кроссоверное поведение изотерм растворимости в сверхкритической флюидной области состояния.	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, составления отчёта по практическим занятиям.	ПК-4, ПК-10
Достоинства использования сверхкритических флюидных растворителей и экстрагентов в технологических процессах различных отраслей промышленности. Экономика сверхкритических флюидных технологий.	30	Подготовка реферата и презентации по предложенной теме.	ПК-4, ПК-10

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о балльно-рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается решение задач, выполнение ряда практических работ с отчётом и составление реферата с презентацией. За эти работы студент может получить максимальное количество баллов – 60. В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Вид задания	Минимально баллов	Максимально баллов
Опрос по остаточным знаниям	17	20
Тестирование	6	8
Контрольная работа	6	8
Расчётная работа	7	10
Реферат	0	8
Поощрительные баллы	0	6
Экзамен	24	40
Итого	60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М. Термодинамические основы сверхкритических флюидных технологий. Изд. КНИТУ, Казань, 2009, 359 С	141 экз.
2. Газизов Р.А., Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М. и др. Практикум по основам СКФ-технологий. Изд. КНИТУ, Казань, 2019, 392 С.	39 экз.
3. Амирханов Д.Г. Основы технической термодинамики. Учебное пособие. – Издательство КГТУ. 2006.-148 с.	228 экз.
4. Павлова И.Б. Методы термодинамического анализа эффективности теплоэнергетических установок. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011 г. 112 с.	ЭБС «Консультант студента»: http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0344.html . Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Кузнецова И.В. Критические явления и сверхкритические флюидные технологии. Под редакцией проф. Гумерова Ф.М. Казань. Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие». 2016, 116 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova-kriticheskiye-yavleniya.pdf доступ с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
6. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Амирханов Д.Г. Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG. DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany. 2016, 336 С.	3 экз. в УНИЦ
7. Галимова А.Т., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. Сверхкритическая флюидная экстракционная регенерация катализатора оксид алюминия активный. Казань. Изд. «Бриг». 2016. 168 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: http://ft.kstu.ru/ft/Galimova-sverkhkriticheskaya-fluidnaya.pdf доступ с IP-адресов КНИТУ
8. Каюмов Р.А., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. Утилизация молибденсодержащего отхода с использованием сверхкритических флюидных сред. Казань. Изд. «Бриг». 2016. 144 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: http://ft.kstu.ru/ft/Kayumov-utilizatsiya_molibdensoderzhashchikh-otkhodov.pdf
9. Габитов Ф.Р., Гумеров Ф.М. Высокое давление: оборудование для современных технологий. М. Изд. «Университетская книга». 2016. 340 С.	201 экз. в УНИЦ
10. Чернышев А.К., Чернышев К.А. Диоксид углерода. Свойства, улавливание (получение), применение. М. Изд. «Галлея-принт». 2013, 903 С.	2 экз.
11. Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Галимова А.Т. Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. Ка-	3 экз.

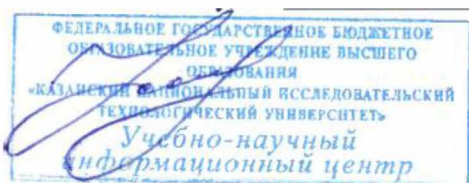
заны. Изд. «Отечество». 2014. 264 С.	
12. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Билалов Т.Р. и др. Ката-лизаторы: регенерация с использованием сверхкритиче-ского флюидного CO ₂ -экстракционного процесса. Казань. Изд. «Бриг». 2015. 264 С.	3 экз. в УНИЦ
13. Гумеров Ф.М., Усманов Р.А, Мазанов С.В. и др. Биоди-зельное топливо. Переэтерификация в сверхкритических флюидных усло-виях. Казань. Инновационно-издательский дом «Бутлеровское насле-дие». 2017, 360 С.	3 экз. в УНИЦ
14. Мазанов С.В., Усманов Р.А., Гумеров Ф.М. Гетеро-генный ката-лиз при получении биодизельного топлива. Переэтерификация растительных масел в спиртовой среде в СБКФ и СКФ условиях. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany. 2017, 189 С.	3 экз.

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
6. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: www.knigafund.ru
7. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
8. Архив журнала «Энергосбережение» -Режим доступа http://www.abok.ru/avok_press/archive.php?1
9. «Энергосвет» портал по энергосбережению- Режим доступа <http://www.energsovet.ru/>
10. Портал-энерго -Режим доступа <http://portal-energo.ru/>

Согласовано: Зав. Сектором комплектования



Володягина А.А.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

13. Образовательные технологии

Согласно учебному плану проведение занятий в интерактивной форме по дисциплине «Процессы и аппараты очистки газовых выбросов» не предусмотрено. Возможно проведение лекционных занятий при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.

