



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИТЭ
протокол №8 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
_____ Чичирова Н.Д.

«28» 10. 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообменное оборудование предприятий

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.01 Энергообеспечение предприятий

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____ Хайбуллина Айгуль Ильгизаровна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающие технологии, протокол № 3 от 02.10.2020.

Зав. кафедрой _____ Ильин В.К.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Энергообеспечение предприятий и энергоресурсосберегающие технологии, протокол № 3 от 02.10.2020.

Зав. кафедрой _____ Ильин В.К.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики _____ /Власов С.М.

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель преподавания дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» состоит во введении в теорию переноса импульса, энергии и массы применительно к промышленным тепломассообменным процессам и установкам; в изучении принципов работы промышленного тепломассообменного оборудования и методов их расчета.

Задачи дисциплины состоят:

- в обучении студентов началам методов анализа, расчета и проектирования промышленных тепломассообменных процессов и установок и их систем энергообеспечения;

- в изучении теоретических основ, методов расчета и конструктивного оформления процессов абсорбции, выпаривания, кристаллизации, перегонки.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.3 Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	<i>Знать:</i> Уравнения переноса импульса, массы и энергии. Физические основы процессов тепломассообмена для различных фазовых систем. <i>Уметь:</i> Применять теоретический базис термодинамики и тепломассопереноса для анализа энергоэффективности конструкций тепломассообменных аппаратов и установок. <i>Владеть:</i> Навыками выбора оптимальных параметров и режимов теплообменных аппаратов.
Профессиональные компетенции (ПК)		

<p>ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-3.1 Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия</p>	<p><i>Знать:</i> Основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и т.д. Основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменный технологический процесс</p> <p><i>Уметь:</i> Рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д. Выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей.</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования. Навыками проектирования элементов тепломассообменного оборудования в соответствии с техническим заданием Способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ.</p>
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Тепломассообменное оборудование предприятий относится к факультативным дисциплинам ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ОПК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Физика Высшая математика Химия в теплоэнергетике	
ОПК-1	Инженерное геометрическое моделирование	
ОПК-4	Инженерное геометрическое моделирование	
ОПК-3		Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2		Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Гидравлика в теплотехнологиях Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3		Гидравлика в теплотехнологиях Основы проектирования систем теплоснабжения Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
- физико-химические основы методов подготовки воды и топлива в теплоэнергетике.

Уметь:

- применять физико-математические методы при проектировании и моделировании теплообменных аппаратов;
- применять полученные знания по химии при изучении других дисциплин и в прикладных задачах профессиональной деятельности.

Владеть:

- современными физико-математическими методами, применяемые в инженерной и исследовательской практике;
- основными знаниями по химии, необходимыми для выполнения теоретического и экспериментального исследования, которые в дальнейшем помогут решать на современном уровне.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 32 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., самостоятельная работа обучающегося 76 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 0 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	32	32
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	76	76
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе	
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Введение в дисциплину.															
1. История и основные направления развития науки о теплообменном оборудовании.	3	1				4				5	ПК-3.1-32	Л1.1, Л2.1, Л2.2	Опр.	За	11
Раздел 2. Теоретические основы гидродинамики.															
2. Теоретические основы гидродинамики. Гидравлика. Гидравлические процессы	3	1	2			8				11	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-32, ПК-3.1-У2, ПК-3.1-В1	Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.1, Л2.3	Тест, КнТР	За	11
Раздел 3. Основы теплообменных процессов.															
3. Теплообменные аппараты	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ОПК-3.3-В1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-У2, ПК-3.1-32	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.5	Тест, КнТР	За	6

Раздел 4. Выпаривание

4. Теоретические основы процесса выпаривания.	3	2	2			12				16	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ПК-3.1-В2	Л1.1, Л1.2, Л2.4	Тест, КнТР	За	12
---	---	---	---	--	--	----	--	--	--	----	---	------------------------	---------------	----	----

Раздел 5. Теория массообменных процессов

5. Теоретические основы массообменных процессов.	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-В2, ОПК-3.3-32, ПК-3.1-У2	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Опр. Тест, КнТР	За	7
--	---	---	---	--	--	---	--	--	--	----	--	------------------------	-----------------------	----	---

Раздел 6. Абсорбция, адсорбция

6. Физические основы процесса абсорбции.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ОПК-3.3-32	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Опр., КнТР	За	8
--	---	---	---	--	--	---	--	--	--	---	--	------------------------	---------------	----	---

7. Физические и теоретические основы процесса адсорбции.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-31, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3, ОПК-3.3-32	Л1.1, Л1.2, Л2.5	Тест, КНТР	За	12
Раздел 7. Перегонка жидкостей, ректификация															
8. Физические и теоретические основы процессов перегонки жидкости и ректификации.	3	2	2			8				12	ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2	Тест, КНТР	За	10
Раздел 8. Кристаллизация															
9. Физические и теоретические основы процесса кристаллизации.	3	2	2			6				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.4	Тест, КНТР, Опр	За	7
Раздел 9. Сушильные аппараты															
10. Устройство и принцип работы сушильных аппаратов.	3	1	1			8				10	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.6, Л2.5	Тест, Опр	За	7

Раздел 10. Экстракция, экстрагирование

11. Физические и теоретические основы процессов экстракции и экстрагирования.	3	1	1			6				8	ОПК-3.3-32, ОПК-3.3-У1, ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1, ПК-3.1-В2, ПК-3.1-В3	Л1.1, Л1.2, Л2.7	Тест, КНТР, Опр	3а	9
ИТОГО		16	16			76				108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Предмет и область знаний дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий». Основное оборудование и классификация промышленного тепломассообменного оборудования. Основные направления энергоресурсосбережения при эксплуатации и проектировании тепломассообменного оборудования предприятий.	1
2	Теоретические основы гидравлики. Уравнение Навье-Стокса, Бернулли и их применение для расчета трубопроводов, насосов, систем водоснабжения.	1
3	Основы теплопередачи в промышленном оборудовании. Виды теплообмена. Уравнение теплопередачи, понятие коэффициентов теплопередачи, теплоотдачи. Основные конструкции теплообменных аппаратов.	2
4	Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки, методы их расчета. Конструкции выпарных аппаратов.	2
5	Статика и кинетика массообмена: понятие кривой равновесия, рабочей линии, методика расчета основных параметров процесса. Классификация массообменных процессов и аппаратов.	2
6	Конструкции абсорбционных аппаратов. Методика расчета.	1
7	Типы адсорбционных процессов. Методики расчета процессов непрерывной и периодической адсорбции. Конструкции адсорбционных аппаратов.	1
8	Виды ректификации. Методика расчета процесса ректификации. Конструкции перегонных аппаратов.	2
9	Типы процессов кристаллизации. Методики расчета процессов непрерывной и периодической кристаллизации. Конструкции кристаллизационных аппаратов.	2
10	Виды сушильных аппаратов. Физико-химические основы процесса конвективной сушки. Кинетика сушки.	1
11	Методики расчета процессов непрерывной экстракции и экстрагирования. Конструкции экстракционных аппаратов.	1
	Всего	16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Основы гидравлических расчетов трубопроводов и гидромеханических процессов.	2
2	Уравнение теплопередачи. Определение коэффициентов теплоотдачи. Основы методов расчета теплообменного оборудования.	2
3	Методы расчета выпарных установок.	2
4	Газожидкостной смесительный теплообменник	2
5	Расчет основных параметров абсорбционного аппарата.	1
6	Расчет процесса периодической адсорбции.	1
7	Расчет процесса непрерывной ректификации.	2
8	Расчет процесса кристаллизации	2
9	Изучение принципа работы конвективных сушилок с плотным материалом.	1
10	Расчет процесса непрерывного экстрагирования.	1
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Современные тепло- и массообменные аппараты.	4
2	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Гидромеханические процессы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование, перемешивание.	8
3	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Методы интенсификации теплообмена.	6

4	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Перспективные конструкции выпарных аппаратов, вопросы энергоэффективной организации выпарных процессов для крупнотоннажных промышленных процессов. Спроектировать трехкорпусную выпарную установку для концентрирования G_n кг/ч водного раствора КОН от начальной концентрации x_n (%) до конечной x_k (%) при заданных условиях (варианты заданий)	12
5	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Расчет смесительных теплообменников.	6
6	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Гидродинамика тепломассообменных насадочных аппаратов	6
7	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Гидродинамика тепломассообменных аппаратов с твердой дисперсией.	6
8	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Непрерывная и периодическая ректификация.	8
9	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Фракционная кристаллизация.	6
10	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Кинетика конвективной сушки.	8
11	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Основные схемы экстракции. Учебно-демонстрационный стенд "Энергосберегающий пульсационный экстрактор".	6
Всего			76

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Тепломассообменное оборудование предприятий» по образовательной программе «Энергообеспечение предприятий» направления подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-3	ОПК-3.3	Знать				
		Уравнения переноса импульса, массы и энергии.	Знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, допускает ошибок.	Знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает уравнения переноса импульса, массы и энергии, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		Физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем.	Знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, допускает ошибок.	Знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает физические основы процессов теплообмена для различных фазовых систем, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
Уметь						
		Применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности и конструкций теплообменных аппаратов и установок.	Демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение применять теоретический базис термодинамики и теплопереноса для анализа энергоэффективности конструкций теплообменных аппаратов и установок. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки.
Владеть						
		Навыками выбора оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов.	Продемонстрированы навыки при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы базовые навыки при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при выборе оптимальных параметров режимов теплообменных аппаратов, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
ПК-3	ПК-	Знать				

3.1	<p>Основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и т.д.</p>	<p>Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, не допускает ошибок.</p>	<p>Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.</p>	<p>Плохо знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, допускает множество мелких ошибок</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.</p>
	<p>Основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменный технологический процесс</p>	<p>Знает основы методики расчета аппаратов выпаривания, абсорбции, ректификации, кристаллизации и, не допускает ошибок.</p>	<p>Знает основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменный технологический процесс, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.</p>	<p>Плохо знает основные способы снижения энергозатрат на тепломассообменный технологический процесс, допускает множество мелких ошибок</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.</p>
	<p>Уметь</p>				
	<p>Рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д.</p>	<p>Демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д., без ошибок и недочетов.</p>	<p>Демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д., допускает ряд мелких ошибок.</p>	<p>В целом демонстрирует умение рассчитывать основные размеры основных тепломассообменных аппаратов – выпаривание, абсорбция, ректификация, кристаллизация и т.д. Задания выполнены не в полном объеме.</p>	<p>Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки</p>

		Выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей.	Демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение выполнять инженерные расчёты систем, а также использовать полученные знания для построения их математических моделей. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
Владеть						
		Навыками проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования.	Продемонстрированы навыки проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы базовые навыки проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков проведения тепловых, гидравлических и конструктивных расчетов теплообменного оборудования, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
		Навыками проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием	Продемонстрированы навыки проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы базовые навыки проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков проектирования элементов теплообменного оборудования в соответствии с техническим заданием, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.

		Способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации применением компьютерных пакетов программ.	Продемонстрированы навыки владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков владения способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации с применением компьютерных пакетов программ, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
--	--	--	--	--	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Касаткин А. Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	учебник для вузов	М.: Альянс	2006		29
2	Айнштейн В. Г.	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии	учебник для вузов	М.: Логос	2006		99
3	Цветков Ф. Ф., Григорьев Б. А.	Тепломассообмен	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		142

4	Зиннатуллин Н. Х., Гурьянов А. И., Ильин В. К., Елдашев Д. А.	Гидродинамика и гидродинамические процессы	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		49
5	Лаптев А. Г., Николаев Н. А., Башаров М. М.	Методы интенсификации и моделирования тепломассобменных процессов	учебно-справочное пособие	М.: Теплотехник	2011		7

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Лаптев А. Г., Фарахов М. И., Башаров М. М., Николаева	Энерго- и ресурсосберегающие технологии и аппараты	монография	Казань: Отечество	2012		25
2	Лаптев А. Г., Фарахов М. И., Минеев Н. Г.	Основы расчета и модернизация тепломассоо	монография	Казань: КГЭУ	2010		5
3	Лаптев А. Г., Ведьгаева И. А.	Расчет гидромеханических процессов (осаждения,	метод. указания к практ. занятиям по курсу "Химико-технологическ	Казань: КГЭУ	2004		95
4	Конахин А. М., Конахина И. А., Ахметов Э. А.,	Выпарные и кристаллизационные установки	учебное пособие по курсу "Тепломассообменное	Казань: КГЭУ	2006		258
5	Хайруллин А. Р., Синявин А. А., Хайбуллина А. И., Мусаева Д. А.	Тепломассообменное оборудование предприятий	методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий"	Казань: КГЭУ	2015	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/4885.pdf	1

6	Конахин А. М., Конахина И. А., Ахметов Э. А.	Сушильные установки	учебное пособие по дисциплине "Тепломассообменное оборудование предприятий"	Казань: КГЭУ	2009	490
7	Лаптев А. Г.	Модели переноса и эффективность жидкостной экстракции	монография	Казань: КГЭУ	2005	12

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	ЭБС «Консультант студента»	https://www.studentlibrary.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
4	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
5	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
6	Федеральный институт промышленной собственности	new.fips.ru	new.fips.ru
7	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	ANSYS 13	Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа .	ЗАО КАДФЕМ Си-Фй-Эс №2011.24708 от 24.11.2011

2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный"
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Д-617. Учебная аудитория	50 посадочных мест, доска аудиторная, экран, столы с демонстрационными образцами ППУ, шкаф для образцов теплоизоляции, образец дымоходной конструкции проектор мультимедийный (потолочный), доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Практические занятия	Д-624. Учебная аудитория	36 посадочных мест, доска аудиторная, экран, Учебно-лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе жидкость – газ», учебно-лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе твердое тело – газ», персональный компьютер (системный блок, монитор ЭЛТ), лабораторный стенд «Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ», лабораторный стенд «Устройство, работа и учет в системах отопления здания», лабораторный стенд "Исследование раделения коллоидных систем", учебно- лабораторный комплекс «Периодические нестационарные методы повышения эффективности теплообменного оборудования», экспериментальная установка «Пульсационных экстрактор», подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду

3	Самостоятельная работа обучающихся	Д-620. Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, экран, моноблок (12 шт.), переносное оборудование – проектор, ноутбук, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Ильин В.К.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата

Для заочной формы обучения

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 8 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 4 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., самостоятельная работа обучающегося 100 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 0 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	8	8
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	4	4
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	100	100
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За