

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**  
Институт химических и нефтегазовых технологий

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХНТ

\_\_\_\_\_ Т.Г. Черкасова

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Процессы и аппараты природоохранных производств**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность (профиль) 02 Инженерная защита окружающей среды

Присваиваемая квалификация  
"Бакалавр"

Формы обучения  
очная

Кемерово 2018 г.



1536887341

Рабочую программу составил:  
Доцент кафедры ЭПХиНТ Г.С. Михайлов

Рабочая программа обсуждена  
на заседании кафедры энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой  
технологиях

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой энергоресурсосберегающих процессов в  
химической и нефтегазовой технологиях

\_\_\_\_\_

..

подпись

ФИО

Согласовано учебно-методической комиссией  
по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная безопасность

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель учебно-методической комиссии по направлению  
подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная  
безопасность

\_\_\_\_\_

Л.А. Шевченко

подпись

ФИО



1536887341

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Процессы и аппараты природоохранных производств", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Освоение дисциплины направлено на формирование:

общекультурных компетенций:

ОК-8 - способностью работать самостоятельно

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1 - способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности профессиональных компетенций:

ПК-22 - способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

**Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций**

**Индикатор(ы) достижения:**

**Результаты обучения по дисциплине:**

законодательную и нормативную базу в области охраны природы;

измерительную и вычислительную технику, методику их применения;

основные законы естественных наук;

находить и использовать нормативную документацию, техническую литературу, САПР для расчета и проектирования природоохранной аппаратуры и современных технологий в области охраны окружающей среды;

применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности;

использовать математические методы в научных исследованиях;

владеть способностью работать самостоятельно,

способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности.

способностью использовать законы, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

**2 Место дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств" в структуре ОПОП бакалавриата**

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Высшая математика, Начертательная геометрия. Инженерная графика, Физика.

Для освоения дисциплины необходимо владеть знаниями, умениями, навыками, полученными в рамках среднего общего образования или среднего специального образования.

Дисциплина Процессы и аппараты природоохранных производств относится к блоку 1 [Дисциплины (модули) ОПОП];

**3 Объем дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств" составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 4/Семестр 7</b>			
Всего часов	216		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
Лекции	34		
Лабораторные занятия	34		



1536887341

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Практические занятия	16		
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовое проектирование			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>	96		
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	экзамен /36		

**4 Содержание дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств", структурированное по разделам (темам)**

**4.1. Лекционные занятия**

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ



1536887341

<p><b>Тема 1. Введение. Цели и задачи курса.</b> Классификация основных процессов природоохранной технологии. Методы составления уравнений балансов массы, количества движения и энергии. Размерности физических величин. Физическое моделирование.</p>	1		
<p><b>Тема 2. Гидравлика двухфазных систем</b> Структура барботажного слоя и его основные характеристики (газосодержание, удельная поверхность контакта фаз и др.). Гидравлическое сопротивление барботажных аппаратов. Характеристики неподвижного зернистого слоя (эквивалентный диаметр частиц, порозность, удельная поверхность и др.). Гидравлическое сопротивление слоя. Структура потоков в слое. Структура и характеристики псевдооживленного слоя. Гидравлическое сопротивление. Принципы конструирования аппаратов кипящего слоя. Пневмо- и гидротранспорт, схемы установок и их расчет.</p>	4		
<p><b>Тема 3. Гидромеханические процессы</b> Классификация процессов разделения неоднородных систем. Кинетика гравитационного осаждения. Расчет отстойников и осадительных камер. Осаждение в поле центробежной силы. Фактор разделения. Осадительные центрифуги. Разделение газовзвесей в циклонах. Жидкостные сепараторы. Теория и практика фильтрации. Конструкции фильтров. Основы расчетов фильтров. Фильтрующие центрифуги, расчет производительности центрифуг.</p>	4		
<p><b>Тема 4. Процессы теплообмена</b> Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплообменные аппараты. Оценка эффективности теплообменников. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов -утилизаторов. Выпарка. Материальный и тепловой балансы выпарки. Многокорпусные выпарные установки.</p>	8		
<p><b>Тема 5. Основы теории массообменных процессов</b> Общая характеристика массообменных процессов, их назначение и области применения. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Обобщенное критериальное уравнение массоотдачи. Уравнения материальных балансов процессов массопередачи. Уравнения рабочих линий. Способы выражения движущей силы и кинетики массопередачи. Концепция теоретической тарелки. КПД реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта.</p>	7		
<p><b>Тема 6. Процессы массопередачи в системах “газ (пар) - жидкость” и “жидкость-жидкость”.</b> Принципиальная технологическая схема абсорбционно-десорбционной установки. Материальный баланс абсорбции. Минимальный расход абсорбента. Тепловой баланс абсорбции. Насадочные абсорберы. Типы насадок, их сравнительная характеристика, критерии выбора. Гидродинамические режимы работы насадочных аппаратов. Оценка эффективности скрубберов. Распылительные абсорберы. Скруббер Вентури. Эмульсионные колонны. Сравнительная характеристика и схемы конструкций колонных аппаратов с контактными устройствами различных типов. Расчет основных размеров абсорберов с непрерывным контактом фаз. Расчет тарельчатых абсорберов. Перегонка жидкостей. Технологические схемы ректификации. Разделение близкипящих и азеотропных смесей. Многокомпонентная ректификация. Составление уравнений материального баланса. Расчет числа тарелок и режимных параметров ректификации. Жидкостная экстракция. Подбор экстрагентов. Экстракция в перекрестном токе растворителей. Материальный баланс экстракции. Расчет числа ступеней экстракции. Экстракционные аппараты.</p>	5		
<p><b>Тема 7. Процессы массопередачи в системах с участием твердой фазы</b> Адсорбционно-десорбционные процессы. Природные и синтетические сорбенты. Структура сорбентов. Изотермы адсорбции. Кинетика адсорбции. Динамика адсорбции. Уравнение Шилова. Схемы конструкций адсорберов. Математическое описание и расчеты адсорбционных установок с неподвижным слоем, с движущимся слоем, с кипящим слоем адсорбента. Термическая сушка. Сушильные агенты. Исследование кинетики сушки дисперсных материалов. Параметры влажного воздуха. Термодинамическая диаграмма влажного воздуха (диаграмма Рамзина). Точка росы. Температура мокрого термометра. Потенциал сушки. Аппаратура для конвективной сушки. Определение расхода воздуха и тепла на сушку. Кристаллизация из растворов. Диаграммы растворимости. Модели механизма кристаллообразования. Влияние режимно-технологических параметров процесса на качество кристаллов. Основные технологические схемы кристаллизации. Аппаратура для кристаллизации. Мембранные процессы разделения. Классификация мембранных процессов. Структура и свойства мембран. Оценка эффективности мембранных процессов. Баромембранные процессы, области применения. Капиллярно-фильтрационная теория проницаемости. Диффузионно-мембранные процессы. Электромембранные процессы. Аппаратура для мембранного разделения.</p>			



1536887341

#### 4.2. Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Часть 1.			
1. Гравитационное осаждение шарообразных частиц	4		
2. Экспериментальное определение основных характеристик слоя зернистого материала	4		
3. Изучение гидродинамики псевдоожижения зернистого слоя воздухом	4		
4. Изучение процесса фильтрования при постоянной движущей силе	5		
Часть 2.			
5. Исследование равновесия "Жидкость-пар" бинарной смеси	4		
6. Определение массообменных характеристик абсорбера	4		
7.Разделение бинарной смеси на ректификационной колонне	5		
8.Изучение кинетики сушки зернистых материалов			

#### 4.3 Практические (семинарские) занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Часть 1.			
1. Расчет пылегазоочистного оборудования. Расчет фильтрующих центрифуг	2		
2. Расчет теплопроводности плоских, цилиндрических стенок.	2		
3. Теплоотдача при кипении жидкостей и при конденсации паров.	2		
4. Расчеты кожухотрубных теплообменников.	2		
Расчет выпарных аппаратов			
Часть 2.	2		
5. Расчет насадочных и тарельчатых абсорбционных аппаратов.	1		
6. Расчет ректификационных колонн для разделения бинарных смесей	1		
7. Расчет многоступенчатой экстракции.	2		
8. Расчет адсорбера с неподвижным слоем сорбента.	1		
9. Расчет конвективной сушилки и калорифера.			

#### 4.4 Самостоятельная работа студента и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Самостоятельное решение задач [Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс, 2005, 576 с.]			
Часть 1: Тема 1,2,3,4			
Дз (Задачи №№ 3.3, 3.6, 3.8, 3.13, 3.15, 3.16, 3.18, 3.22, 3.23, 3.24, 3.26, 3.30, 3.33, 3.34, 3.39, 3.41)	48		
Дз (Задачи №№ 4.1, 4.2, 4.5, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.16, 4.18,4.21, 4.24, 4.27, 4.28, 4.37, 4.40,4.44, 4.45, 4.50, 4.51,5.2, 5.5, 5.13, 5.19, 5.20, 5.27, 5.34)			
Часть 2: Тема 5,6,7	48		
Дз (Задачи №№ 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.16)			
Дз (Задачи №№ 6.14, 6.17, 6.20, 6.23, 7.11, 7.13, 7.19, 7.21, 7.25, 7.27, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.10)			
Дз (Задачи №№ 9.2, 9.4, 9.5, 10.2, , 10.5, 10.9, 10.15, 10.22)			



1536887341

#### 4.5 Курсовое проектирование

Курсовое проектирование имеет своей целью обучить студентов основам технологического и конструктивного расчетов природоохранного оборудования. В процессе курсового проектирования студент должен овладеть методикой технико-экономического обоснования и выбора типовой аппаратуры, теорией и практикой выполнения расчетов и проектирования аппаратов. Темой курсового проекта является расчет и проектирование типовой аппаратуры, например, выпарных установок, сушильных аппаратов, массообменных колонн. Тема проекта должна предусматривать расчеты по нескольким важнейшим разделам курса, включая гидравлические, тепловые расчеты и расчеты по теплообмену. На основании расчетов студентом определяются основные режимные параметры и геометрические характеристики аппарата. Затем выполняются эскизы аппарата, прорабатывается компоновка и возможные варианты расположения узлов. После выбора оптимального варианта конструкции студент приступает к разработке чертежей аппарата. Результаты расчета вместе с графиками, рисунками и необходимыми вспомогательными материалами оформляются в виде пояснительной записки. Объем расчетно-пояснительной записки составляет 25-30 листов формата А-4. Графическая часть проекта состоит из чертежей на 3-х листах формата А-3. На первом листе выполняется принципиальная технологическая схема проектируемой установки или агрегата. На 2-м и 3-м листах выполняется чертеж общего вида или сборочный чертеж основного аппарата.

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Процессы и аппараты природоохранных производств"

##### 5.1 Паспорт фонда оценочных средств

№	Наименование разделов дисциплины	Содержание (темы) раздела	Код компетенции	Знания, умения, навыки, необходимые для формирования соответствующей компетенции	Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции



1536887341

<p><b>1. Цели и задачи курса</b></p> <p><b>2. Гидравлика двухфазных систем</b></p> <p><b>3. Гидромеханические процессы</b></p> <p><b>4. Процессы теплообмена</b></p>	<p>Методы составления уравнений балансов массы, количества движения и энергии. Размерности физических величин.</p> <p>Пленочное течение жидкостей. Расчет средней скорости течения и толщины пленки. Структура, характеристики неподвижного и псевдооживленного зернистого слоя. Пнеumo- и гидро-транспорт, схемы установок.</p> <p>Кинетика гравитационного осаждения. Расчет отстойников и осадительных камер. Осадительные центрифуги. Разделение газовзвесей в циклонах. Жидкостные сепараторы. Теория и практика фильтрации. Конструкции фильтров. Основы расчетов фильтров. Фильтрующие центрифуги.</p> <p>Теплопроводность через многослойные плоские и цилиндрические стенки. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен. Действие экранов. Тепловое излучение газов. Конвективный теплообмен. Механизм переноса тепла. Закон теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи. Критерии теплового подобия. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена. Теплоотдача при движении однофазных потоков. Теплоотдача при кипении жидкостей, при конденсации паров. Влияние геометрии поверхности на теплоотдачу. Теплообмен с зернистыми материалами и насадками. Теплообменные аппараты. Выбор теплоносителей. Способы экономии тепловой энергии. Применение котлов - утилизаторов. Термосифоны. Тепловые насосы. Выпарка. Материальный и тепловой балансы выпарки. Многокорпусные выпарные установки. Выпарные аппараты с циркуляционным контуром. Пленочные выпарные аппараты.</p>	<p>ОК-8</p> <p>ОПК-1</p>	<p>знать: законодательную и нормативную базу в области охраны природы;</p> <p>уметь: находить и использовать нормативную документацию, техническую литературу, САПР для расчета и проектирования природоохранной аппаратуры и современных технологий в области охраны окружающей среды;</p> <p>владеть способностью работать самостоятельно.</p> <p>знать: измерительную и вычислительную технику, методику их применения;</p> <p>уметь: применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности;</p> <p>владеть: способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности.</p>	<p>Опрос по контрольным вопросам, решение задач</p>
--	---	--------------------------	---	---



1536887341



	<p><b>5. Основы теории массообменных процессов</b></p> <p><b>6. Процессы массопередачи в системах "газ (пар) - жидкость" и "жидкость-жидкость".</b></p> <p><b>7. Процессы массопередачи в системах с участием твердой фазы</b></p>	<p>Фазовое равновесие. Уравнения массоотдачи и массопередачи. Обобщенное критериальное уравнение массоотдачи. равнения материальных балансов процессов массопередачи. Уравнения рабочих линий. Способы выражения движущей силы и кинетики массопередачи. Концепция теоретической тарелки. КПД реальной тарелки. Определение числа действительных ступеней контакта.</p> <p>Принципиальная технологическая схема абсорбционно-десорбционной установки. Материальный баланс абсорбции. Минимальный расход абсорбента. Тепловой баланс абсорбции. Насадочные абсорберы. Типы насадок, их сравнительная характеристика, критерии выбора. Сравнительная характеристика и схемы конструкций колонных аппаратов с контактными устройствами различных типов. Расчет основных размеров абсорберов. Перегонка жидкостей. Технологические схемы ректификации. Материальный и тепловой балансы ректификации бинарных смесей. Флегмовое число. Разделение близкокипящих и азеотропных смесей. Многокомпонентная ректификация. Жидкостная экстракция. Подбор экстрагентов. Экстракция в перекрестном токе растворителей. Материальный баланс экстракции. Расчет числа ступеней экстракции. Экстракционные аппараты.</p> <p>Адсорбционно-десорбционные процессы. Природные и синтетический сорбенты. Структура сорбентов. Изотермы адсорбции. Кинетика адсорбции. Динамика адсорбции. Уравнение Шилова. Схемы конструкций адсорберов. Расчеты адсорбционных установок с неподвижным слоем, с движущимся слоем, с кипящим слоем адсорбента. Термическая сушка. Сушильные агенты. Параметры влажного воздуха. Термодинамическая диаграмма влажного воздуха (диаграмма Рамзина). . Определение расхода воздуха и тепла на сушку. Мембранные процессы разделения. Классификация мембранных процессов. Структура и свойства мембран. Оценка эффективности мембранных процессов. Баромембранные процессы. Диффузионно-мембранные процессы. Электромембранные процессы.</p>	<p>ОК-8</p> <p>ОПК-1</p> <p>ПК-22</p>	<p>знать: законодательную и нормативную базу в области охраны природы; уметь:находить и использовать нормативную документацию, техническую литературу, САПР для расчета и проектирования природоохранной аппаратуры и современных технологий в области охраны окружающей среды; владеть способностью работать самостоятельно.</p> <p>знать:измерительную и вычислительную технику, методику их применения; уметь:применять информационные технологии в своей профессиональной деятельности; владеть:способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности.</p> <p>знать: основные законы естественных наук; уметь:использовать математические методы в научных исследованиях; владеть:способностью использовать законы, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>Опрос по контрольным вопросам, решение задач</p>
--	--	---	---------------------------------------	---	---

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

### 5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

Текущий контроль по разделам дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств" заключается в опросе обучающихся по контрольным вопросам и решению задач. Например:

Вопросы по первой части курса:

1. Классификация гидромеханических процессов.
2. Характеристики неподвижного зернистого слоя.
3. Псевдооживленный слой, условия его существования
4. Осадительные аппараты.
5. Промышленные фильтры.

Вопросы по второй части курса:

1. Движущая сила процессов массопередачи.
2. Понятие теоретической ступени контакта.
3. Определение числа реальных ступеней контакта (числа массообменных тарелок).
4. Конструкции основных типов массообменных тарелок.
5. Способы оценки эффективности разделения жидких смесей.

Задачи: Решение задач по разделам 2,3,4,5,6,7,10 [Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс, 2005, 576 с.].

При проведении текущего контроля обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы, и задана задача, которую необходимо решить. Критерии оценивания:

- 85...100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса и правильном решении задачи;
- 75...84 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов, правильном, но неполном ответе на другой вопрос, и правильном решении задачи;
- 50...74 баллов - при правильном и неполном ответе на вопросы, и правильном решении задачи;
- 25...49 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов, правильном, но неполном ответе на другой вопрос, и неправильном решении задачи;
- 0 ... 24 баллов - при неправильном ответе на оба вопроса и неверном решении задачи.

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неуд	удов	хор	отл

### 5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации являются экзамен (7 семестр) и курсовой проект (7 семестр). В процессе проведения зачетного занятия, экзамена, при рассмотрении курсового проекта определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций.

Инструментами измерения сформированности компетенций являются:

- на экзамене - полнота и правильность ответов на вопросы;
- при рассмотрении курсового проекта - достаточность принятых технических решений, уровень соответствия материалов курсового проекта заданию на проектирование и действующим нормативным документам, а также умение использования пакетов прикладных программ для выполнения расчетно-графических работ.

Вопросы по билету на экзамене, например:

1. Уравнения массоотдачи и массопередачи
2. Способы выражения движущей силы и кинетики массопередачи.
3. Материальный баланс абсорбции. Минимальный расход абсорбента.
4. Технологические схемы ректификации.
5. Исследование кинетики сушки дисперсных материалов.

Вопросы при рассмотрении курсового проекта, например:

1. Обосновать выбор базовой конструкции аппарата.
2. Обосновать выбор методики расчета основных размеров аппарата.
3. Оценить полноту соответствия расчетных данных с материалами проекта ЕСКД.



1536887341

4. Как осуществлялся выбор критерия оптимальности при минимизации энергетических затрат для рабочих условий эксплуатации аппарата.

5. Варианты компоновки оборудования, в т.ч. проектируемого аппарата, на монтажной площадке.

Критерии оценивания:

- 85...100 баллов - при правильном и полном ответе на все вопросы;

- 75...84 баллов - при правильном и полном ответе на 4 вопроса, правильном, но неполном ответе на один вопрос;

- 50...74 баллов - при правильном ответе на 3 вопроса, и неполном ответе на 2 вопроса;

- 25...49 баллов - при правильном и полном ответе на два из вопроса, правильном, но неполном ответе на остальные вопросы;

- 0 ... 24 баллов - при неправильном ответе на 3 вопроса.

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неуд	удов	хор	отл

### **5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

При проведении текущего контроля обучающиеся в течение 40 минут должны дать ответы на вопросы и решить задачу. Допускается использование задачника [Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу

процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс,

2005, 576 с.]. Результаты оценивания ответов сразу доводятся до обучающегося.

При проведении промежуточного контроля студент в течение 40 минут готовит ответы на вопросы по билету. Допускается использование задачника [Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс,

2005, 576 с.]. Результаты оценивания ответов сразу доводятся до обучающегося и принимается решение о выставлении оценки экзамена.

При рассмотрении курсового проекта студент представляет расчетно- графические материалы по проекту и дает ответы на поставленные вопросы. Результаты оценивания ответов сразу доводятся до обучающегося и принимается решение о выставлении оценки.

## **6 Учебно-методическое обеспечение**

### **6.1 Основная литература**

1. Сосновский, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов / В. И. Сосновский, Н. Б. Сосновская, С. В. Степанова ; Федеральное агентство по образованию; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2009. – 114 с. – ISBN 9785724505142. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259096](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259096) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.

2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу 'Процессы и аппараты химической технологии' / В. Ф. Фролов. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 608 с. – ISBN 9785938083487. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=98347](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=98347) (дата обращения: 19.09.2021). – Текст : электронный.

3. Процессы и аппараты химической технологии ; Министерство образования и науки России; Казанский национальный исследовательский технологический университет; Составитель: Еникеева Н. И.; Составитель: Сосновская Н. Б.; Составитель: Бикбулатов А. Ш. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 72 с. – ISBN табл., граф.. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=428783](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428783) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.

### **6.2 Дополнительная литература**



1536887341

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – Москва : Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. – 831 с. – ISBN 9785445850045. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=220605](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=220605) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.
2. Основные процессы и аппараты химической промышленности : в 2 книгах : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Н. И. Гельперин. – Кн. 2: Кн. 2. – Москва : Химия, 1981. – 812 с. – (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – Текст : непосредственный.
3. Основные процессы и аппараты химической промышленности : в 2 кн : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Н. И. Гельперин. – Кн. 1: Кн. 1. – Москва : Химия, 1981. – 384 с. – (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – Текст : непосредственный.
4. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов специальности "Машины и аппараты химических производств" / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Химия, 1987. – 496 с. – Текст : непосредственный.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – М. : Химия, 1983. – 272 с. – Текст : непосредственный.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие по проектированию для хим.-технолог. специальностей вузов / Ю. И. Борисов [и др.]; под ред. Ю. И. Дытнерского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1991. – 496 с. – Текст : непосредственный.
7. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим.-технолог. специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. – Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. – 2-е изд. – М. : Химия, 1995. – 400 с. – (Для высшей школы). – Текст : непосредственный.
8. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – 11-е изд., стер., дораб. – Москва : Альянс, 2005. – 753 с. – Текст : непосредственный.
9. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие по проектированию для студентов химико-технологических специальностей вузов / Г. С. Борисов [и др.]; под редакцией Ю. И. Дытнерского. – 3-е изд., стер. – Перепечатка с изд. 1991 г. – Москва : Альянс, 2007. – 496 с. – Текст : непосредственный.
10. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / А. Г. Касаткин. – Изд. стер. – Москва : Альянс, 2014. – 752 с. – Текст : непосредственный.
11. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – 12-е изд., стер. Перепечатка с изд. 1987 г. – Москва : Альянс, 2005. – 576 с. – Текст : непосредственный.
12. Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермьяков. – Ставрополь : АГРУС, 2013. – 212 с. – ISBN 9785959609580. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=277522](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277522) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.

### 6.3 Методическая литература

1. Изучение гидродинамики псевдооживления зернистого слоя воздухом : методические указания к лабораторной работе № 6 по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для обучающихся направлений подготовки 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", 18.03.01 "Химическая технология", 20.03.01 "Техносферная безопасность" всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. энергоресурсосберегающих процессов в хим. и нефтегаз. технологиях ; сост.: Н. В. Тиунова, Н. Н. Изотов, П. Т. Петрик. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 12 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9075>. – Текст : непосредственный + электронный.
2. Исследование фазового равновесия в системе "пар – жидкость" бинарной смеси : методические указания к лабораторной работе № 3 по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для обучающихся направлений 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", 18.03.01 "Химическая технология", 20.03.01 "Техносферная безопасность" всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. энергоресурсосберегающих процессов в хим. и нефтегаз. технологиях ; сост.: Н. В. Тиунова [и др.]. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 20 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9073>. – Текст : непосредственный + электронный.
3. Определение режимов течения в вязкой жидкости : методические указания к лабораторной



1536887341

работе № 11 по дисциплинам "Процессы и аппараты химической технологии", "Механика жидкости и газа", "Гидрогазодинамика", "Гидрогазомеханика" для обучающихся направлений подготовки 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", 18.03.01 "Химическая технология", 20.03.01 "Техносферная безопасность" всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. энергоресурсосберегающих процессов в хим. и нефтегаз. технологиях ; сост.: Ю. О. Афанасьев [и др.]. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 10 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9074>. – Текст : непосредственный + электронный.

4. Разделение бинарной смеси на ректификационной колонне : методические указания к лабораторной работе № 9 по дисциплине "Процессы и аппараты химической технологии" для обучающихся направлений подготовки 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", 18.03.01 "Химическая технология", 20.03.01 "Техносферная безопасность всех форм обучения" / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. энергоресурсосберегающих процессов в хим. и нефтегаз. технологиях ; сост.: Г. С. Михайлов, Н. В. Тиунова, П. Т. Петрик. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 15 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9077>. – Текст : непосредственный + электронный.

5. Измерение вязкости жидкостей на ротационном вискозиметре РВ-8 : методические указания к лабораторной работе № 4 по дисциплинам «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов направлений 18.03.01 (240100.62) «Химическая технология», 20.03.01 (280700.62) «Техносферная безопасность» и «Механика жидкостей и газа» направления 18.03.02 (241000.62) «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, в нефтехимии и биотехнологии» всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. энергоресурсосберег. процессов в хим. и нефтегаз. технологиях ; сост.: Г. С. Михайлов, Н. В. Тиунова. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2015. – 14 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3562>. – Текст : непосредственный + электронный.

6. Процессы и аппараты химической технологии : методические указания к курсовому проекту для обучающихся направлений подготовки 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", 18.03.01 "Химическая технология", 20.03.01 "Техносферная безопасность" всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. энергоресурсосберегающих процессов в хим., нефтегаз. технологий ; сост.: П. Т. Петрик, Г. С. Михайлов, В. А. Плотников. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 28 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9027> (дата обращения: 20.05.2022). – Текст : электронный.

#### **6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронная библиотека КузГТУ [https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=230&Itemid=229](https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=229)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>
3. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
4. Базы данных Springer Journals, Springer eBooks <https://link.springer.com/>

#### **6.5 Периодические издания**

1. Вестник Кузбасского государственного технического университета : научно-технический журнал (печатный/электронный) <https://vestnik.kuzstu.ru/>
2. Вестник химической промышленности : журнал (печатный)
3. Энергосбережение : специализированный журнал (печатный)

#### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева.  
Режим доступа: [www.kuzstu.ru](http://www.kuzstu.ru)

#### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Процессы и аппараты природоохранных производств"**

Основной учебной работой обучающегося является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Необходимо прорабатывать конспекты лекций с рассмотрением отдельных вопросов по предложенным источникам литературы. По всем неясным вопросам по дисциплине обучающийся может



1536887341

получить ответы на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к лабораторным занятиям

студент изучает теоретический материал по методическим указаниям, выполняет домашнее задание.

**9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Процессы и аппараты природоохранных производств", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Autodesk AutoCAD 2017
2. Mozilla Firefox
3. Yandex
4. 7-zip
5. Microsoft Windows
6. ESET NOD32 Smart Security Business Edition

**10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Процессы и аппараты природоохранных производств"**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине - Процессы и аппараты природоохранных производств - необходима следующая материально-техническая база:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием;
- учебная аудитория для проведения практических занятий;
- учебные лабораторные аудитории, оборудованные лабораторными стендами;
- научно-техническая библиотека для самостоятельной работы обучающихся;
- зал электронных ресурсов КузГТУ с выходом в сеть Интернет ;
- компьютерный класс с выходом в сеть Интернет.

**11 Иные сведения и (или) материалы**



1536887341



1536887341

## Список изменений литературы на 01.09.2018

### Основная литература

1. Сосновский, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов / В. И. Сосновский, Н. Б. Сосновская, С. В. Степанова ; Федеральное агентство по образованию; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2009. – 114 с. – ISBN 9785724505142. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259096](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259096) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу 'Процессы и аппараты химической технологии' / В. Ф. Фролов. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 608 с. – ISBN 9785938083487. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=98347](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=98347) (дата обращения: 19.09.2021). – Текст : электронный.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие по проектированию для студентов химико-технологических специальностей вузов / Г. С. Борисов [и др.]; под редакцией Ю. И. Дытнерского. – 3-е изд., стер. – Перепечатка с изд. 1991 г. – Москва : Альянс, 2007. – 496 с. – Текст : непосредственный.
4. Процессы и аппараты химической технологии ; Министерство образования и науки России; Казанский национальный исследовательский технологический университет; Составитель: Еникеева Н. И.; Составитель: Сосновская Н. Б.; Составитель: Бикбулатов А. Ш. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 72 с. – ISBN табл., граф.. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=428783](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428783) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.

### Дополнительная литература

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – Москва : Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. – 831 с. – ISBN 9785445850045. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=220605](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=220605) (дата обращения: 17.05.2022). – Текст : электронный.
2. Основные процессы и аппараты химической промышленности : в 2 книгах : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Н. И. Гельперин. – Кн. 2: Кн. 2. – Москва : Химия, 1981. – 812 с. – (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – Текст : непосредственный.
3. Основные процессы и аппараты химической промышленности : в 2 кн : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Н. И. Гельперин. – Кн. 1: Кн. 1. – Москва : Химия, 1981. – 384 с. – (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – Текст : непосредственный.
4. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов специальности "Машины и аппараты химических производств" / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Химия, 1987. – 496 с. – Текст : непосредственный.
5. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – М. : Химия, 1983. – 272 с. – Текст : непосредственный.
6. Основные процессы и аппараты химической технологии : учеб. пособие по проектированию для хим.-технолог. специальностей вузов / Ю. И. Борисов [и др.]; под. ред. Ю. И. Дытнерского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1991. – 496 с. – Текст : непосредственный.
7. Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов по специальности "Машины и аппараты химических производств" / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1972. – 493 с. – Текст : непосредственный.
8. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов хим.-технолог. специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. – Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. – 2-е изд. – М. : Химия, 1995. – 400 с. – (Для высшей школы). – Текст : непосредственный.
9. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А. Г. Касаткин. – 11-е изд., стер., дораб. – Москва : Альянс, 2005. – 753 с. – Текст : непосредственный.
10. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / А. Г. Касаткин. – Изд. стер. – Москва : Альянс, 2014. – 752 с. – Текст : непосредственный.
11. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. П. Романов, А. А. Носков. – 12-е изд., стер. Перепечатка с



1536887341



изд. 1987 г. - Москва : Альянс, 2005. - 576 с. - Текст : непосредственный.

12. Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. - Ставрополь : АГРУС, 2013. - 212 с. - ISBN 9785959609580. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=277522](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277522) (дата обращения: 17.05.2022). - Текст : электронный.



1536887341