Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50

Уникальный программный **МИНИСТЕРСТВО** НА УКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057 (МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет	горно-металлургической промышленности и строительств
Кафедра	металлургических технологий
	УТВЕРЖДАЮ И.о. проректора по себной работе Д.В. Мулов
P	АБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСКИПЛИНЫ
	Процессы и аппараты химической технологии (наименование дисциплины)
	18.03.01 Химическая технология (код. наименование направления)
Химическа	я технология природных энергоносителей и углеродных
. 27	материалов (профиль подготовки)
Квалификация	бакалавр (бакалавр/специалист/магистр)
Форма обучения	очная, заочная

очная, заочная (очная, заочная)

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: подготовка дипломированных бакалавров, способных понимать механизм происходящих в аппаратах процессов, управлять сложными технологическими процессами, осуществлять проектирование аппаратов.

Задачи дисциплины:

- обеспечение фундаментальной подготовки студентов в области процессов и аппаратов химической технологии;
- в усвоении основных понятий и подходов к расчету процессов и аппаратов, в овладении необходимыми знаниями и умениями для расчетов процессов и проектирования аппаратов с применением компьютерной техники и профессионального программного обеспечения;
- в применении полученных знаний для решения конкретных задач переработки углеводородов и химической технологии как на стадиях проектирования, так и при эксплуатации технологического оборудования.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной (ОПК-4) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОК 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.03.01 Химическая технология (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Химия», «Математика», «Физика», «Термодинамика», «Физическая химия».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Химические реакторы», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Теплоэнергетическое оборудование и электроснабжение химических заводов», «Проектирование и оборудование коксохимических заводов».

Курс необходим для формирования у студентов представления о принципах и процессах химической технологии на предприятиях химического и коксохимического производства.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 12 зачетных единиц, 432 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (72 ак.ч.), практические (99 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (108 ч.)

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре и на 4 курсе в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации в 6 семестре – зачет, в 7 семестре – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 12 зачетных единицы, 432 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 ак.ч.) и практические (16 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (400 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах. Форма промежуточной аттестации в 7 семестре – зачет, в 8 семестре – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенция, обязательная к освоению

	Код	
Содержание	компетен-	Код и наименование индикатора
компетенции	ции по	достижения компетенции
	ОПОП ВО	
Способен	ОПК-4	ОПК-4.1 Знает, изучает и анализирует состав и
обеспечивать		свойства сырья и продуктов, влияющие на
проведение		оптимизацию технологического процесса и качество
технологического		готовой продукции, основы проведения измерений и
процесса,		наблюдений; требования стандартов к измерениям и
использовать		наблюдениям.
технические		
средства для		ОПК-4.2 Умеет проводить измерения и наблюдения
контроля		с учетом требований стандартов. Выявляет и
параметров		устраняет отклонения от контрольных
технологического		характеристик технологического процесса
процесса, свойств		
сырья и готовой		ОПК-4.3 Владеет навыками обработки и
продукции,		представления экспериментальных данных.
осуществлять		Выбирает пути интенсификации технологических
изменение		процессов производства и совершенствования
параметров		современного технологического оборудования и приборов
технологического		приооров
процесса при		
изменении свойств		
сырья		

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 12 зачётных единиц, 432 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

		Ак.ч. по	Ак.ч. по
Вид учебной работы	Всего ак.ч.	семестрам	семестрам
		6	7
Аудиторная работа, в том числе:	171	90	81
Лекции (Л)	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	99	54	45
Лабораторные работы (ЛР)		_	_
Курсовая работа/курсовой проект		_	_
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том	261	126	135
числе:	201	120	133
Подготовка к лекциям	18	9	9
Подготовка к лабораторным работам	_	_	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	99	54	45
Расчетно-графическая работа (РГР)	_	_	_
Реферат (индивидуальное задание)	24	12	12
Домашнее задание	_	_	_
Подготовка к контрольной работе	18	6	12
Подготовка к коллоквиуму	_	_	_
Аналитический информационный поиск	36	18	18
Работа в библиотеке	36	18	18
Подготовка к зачету (экзамену)	30	9	21
Промежуточная аттестация		3	Э
Общая трудоемкость дисциплины			
ак.ч.	432	216	216
3.e.	12	6	6

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Общие понятия химической технологии);
- тема 2 (Гидромеханические процессы и аппараты);
- тема 3 (Основы теплопередачи);
- тема 4 Основы массопередачи);
- тема 5 (Измельчение твердых материалов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемк ость в ак.ч. 6 7		Темы практических занятий		ремкос ак.ч.	Тема лаборатор ных занятий	ост	оемк ъ в .ч.
1	Общие понятия химической технологии	Предмет, задачи и содержание курса. Классификация основных процессов и аппаратов. Принципы анализа и расчета. Основы теории подобия. Основы анализа размерности.	2	_	Классификация основных процессов и аппаратов	4	_	_	_	_
2	Гидромеханич еские процессы и аппараты	Основные понятия гидромеханики, гидростатики, гидродинамики. Основные критерии гидродинамического подобия. Гидродинамические режимы вязкой жидкости. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Движение жидкости через неподвижные, пористые и зернистые слои. Гидродинамика псевдоожиженного слоя. Перемещение жидкостей и газов. Трубопроводы. Классификация гидравлических машин. Динамические насосы. Подбор насосов. Насосы объемного типа. Перемещение, сжатие и разряжение газов. Центробежные машины. Разделение жидких и газовых гетерогенных систем. Материальный баланс процесса разделения. Разделение в поле сил тяжести (отстаивание). Разделение суспензий в поле сил давления (фильтрование). Фильтрующие материалы. Разделение в поле центробежных сил. Разделение неоднородных смесей под действием электрического поля. Мокрая очистка газов. Перемешивание в жидких средах. Перемешивание, его виды. Конструкции механических мешалок	16		Расчет равновесия в различных технологических процессах. Расчет ректификационной колонны Гидравлический расчет	24		_		

7

Продолжение таблицы 3												
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудое мкость в ак.ч.		мкость		МКОСТЬ Темы практических КОСТЬ В		ть в	Тема лаборат орных	емн ь	удо сост в .ч.
	дисциплины		6	7		6	7	занятий	6	7		
3	Основы теплопередачи	Тепловые процессы. Тепловой баланс. Механизмы передачи тепла. Тепловое подобие. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния жидкости. Теплопередача. Источники энергии. Теплообменная аппаратура. Теплоносители. Теплообменная аппаратура. Расчет поверхности теплообменных аппаратов. Выпаривание растворов. Свойства растворов. Способы и методы выпаривания. Выпарные аппараты. Адиабатные выпарные установки. Выпарные установки с тепловым насосом. Искусственное охлаждение. Хладагенты. Парокомпрессионные холодильные машины. Абсорбционные холодильные установки. Пароэжекторная холодильная установка. Глубокое охлаждение.	18		Расчет ректификационных установок периодического и непрерывного действия. Расчет материального баланса.	26	_	_	_			

9

Прод	должение таблицы	3								
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	не а) Содержание лекционных занятий		/дое Эсть к.ч.	ть Темы практических занятий	кос	доем Ть в :.ч.	Тема лаборат орных		
			6	7		6	7	занятий	6	7
4	Основы массопередачи	Массообменные (диффузионные) процессы. Материальный баланс. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Подобие диффузионных процессов. Модифицированные уравнения массопередачи. Массопередача в системах с твердой фазой. Абсорбция. Материальный баланс. Кинетика процесса. Принципиальные схемы абсорбции. Конструкции абсорберов. Поверхностные абсорберы. Насадочные абсорберы. Барботажные абсорберы. Распыливающие абсорберы. Дистилляция и ректификация. Непрерывно действующая ректификационная установка. Материальный баланс. Периодически действующие ректификационные установки. Экстрактивная ректификационные аппараты. Расчет тарельчатых ректификационных колонн. Экстракция. Жидкостная экстракция. Равновесие в процессах жидкостной экстракции. Кинетика процесса экстракции. Конструкции экстракторы. Смесительно-отстойные экстракторы. Центробежные экстракторов. Принципиальные схемы экстракции. Экстрагирование.		32	Экстрагирование. Расчет процессов экстрагирования (одноступенчатые, многоступенчатые) с помощью треугольных диаграмм.		12			

п/п	дисциплины	·		ί.Ч.	занятий	ак.ч.		занятий	ак	.ч.	
	, , ,		6	7		6	7		6	7	
		Адсорбция. Равновесие в процессах адсорбции и ионном обмене. Адсорбенты и ионообменные смолы. Классификация и устройство аппаратов для проведения адсорбции. Сушка. Равновесие в процессе сушки. Кинетика сушки. Конвективная сушка. Материальный баланс конвективной сушки. Тепловой баланс конвективной сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха. Принципиальные схемы конвективной сушки. Контактная сушка. Материальный и тепловой баланс. Радиационная сушка. Диэлектрическая сушка. Сублимационная сушка. Конструкции сушилок. Кристаллизация. Кристаллизацию из растворов. Кристаллизация из расплава. Комбинированные способы кристаллизации. Материальный баланс. Кристаллизационное оборудование. Выпарные кристаллизаторы. Охладительные кристаллизаторы. Химические	6	7	Расчет материального баланса сушки Расчет теплового баланса сушки Расчет основных размеров сушилки	-	17		6	7	
		кристаллизаторы.									

Содержание лекционных занятий

Мембранные процессы. Баромембранные

Аппараты для мембранного разделения.

процессы. Мембраны. Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения.

Трудое

мкость

Темы

практических

Продолжение таблицы 3

 $N_{\underline{0}}$

Наименование

темы (раздела)

Тема

лаборат

орных

Трудоем

кость в

Трудо

емкост

ЬВ

Прод	должение таблицы	3														
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудое мкость в ак.ч.		мкость в ак.ч.		мкость в ак.ч.		мкость		Темы практических занятий	кос	доем сть в с.ч.	Тема лаборат орных	емк ь ак	удо кост в к.ч.
5	Измельчение твердых материалов	Измельчение. Схемы измельчения. Оборудование для измельчения. Механохимическая активизация. Классификация, дозирование и смешивание твердых материалов. Классификация материалов. Типы грохотов. Гидравлическая классификация. Дозирование. Смешение. Перемещение твердых материалов.	-	4	Определение гранулометрическог о состава кокса. Изучение процесса гранулометрическог о состава кокса полученного на щековой дробилке Расчет аппаратов для грохочения, дробления и обогащения углей Расчет материального	-	16	-	-							
	Всего аудитор	оных часов в 6 семестре	36		баланса обогащения каменного угля	54			_	_						
		оных часов в 7 семестре		36			45		=							
_	Всего аудитор	оных часов	7	2		9	9	_	_							

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	ОСТ	оемк ъ в .ч.	Темы практических занятий		емкос ак.ч.	Тема лаборатор ных занятий	ост	оемк ъ в .ч.
1	Гидромеханич еские процессы и аппараты	Основные понятия гидромеханики, гидростатики, гидродинамики. Основные критерии гидродинамического подобия. Гидродинамические режимы вязкой жидкости. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Движение жидкости через неподвижные, пористые и зернистые слои. Гидродинамика псевдоожиженного слоя. Перемещение жидкостей и газов. Трубопроводы. Классификация гидравлических машин. Динамические насосы. Подбор насосов. Насосы объемного типа. Перемещение, сжатие и разряжение газов. Центробежные машины. Разделение жидких и газовых гетерогенных систем. Материальный баланс процесса разделения. Разделение в поле сил тяжести (отстаивание). Разделение суспензий в поле сил давления (фильтрование). Фильтрующие материалы. Разделение в поле центробежных сил. Разделение неоднородных смесей под действием электрического поля. Мокрая очистка газов. Перемешивание в жидких средах. Перемешивание, его виды. Конструкции мешалок.	4		Расчет равновесия в различных технологических процессах. Расчет ректификационной колонны Гидравлический расчет	4		_	_	
2	Основы теплопередачи	Тепловые процессы. Тепловой баланс. Механизмы передачи тепла. Тепловое подобие. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния жидкости. Теплопередача. Источники энергии. Теплообменная аппаратура. Теплоносители. Теплообменная аппаратура. Расчет поверхности теплообменных аппаратов.	4	Ι	Расчет ректификационных установок периодического и непрерывного действия. Расчет материального баланса.	4	_	_	_	_

Прод	олжение таблицы	4										
№ π/π	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	жимонных занятий МКОС		Трудое мкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоем кость в ак.ч.		Тема лаборат орных	емк	удо сост в .ч.
			6	7		6	7	занятий	6	7		
3	Основы массопередач и	Массообменные (диффузионные) процессы. Материальный баланс. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Подобие диффузионных процессов. Модифицированные уравнения массопередачи. Массопередача в системах с твердой фазой. Абсорбция. Материальный баланс. Кинетика процесса. Принципиальные схемы абсорбции. Конструкции абсорберов. Поверхностные абсорберы. Насадочные абсорберы. Барботажные абсорберы. Распыливающие абсорберы. Дистилляция и ректификация. Непрерывно действующая ректификационная установка. Материальный баланс. Периодически действующие ректификационные установки. Экстрактивная ректификационные аппараты. Расчет тарельчатых ректификационных колонн. Экстракция. Жидкостная экстракция. Равновесие в процессах жидкостной экстракции. Кинетика процесса экстракции. Конструкции экстракторы. Смесительно-отстойные экстракторы. Центробежные экстракторов. Принципиальные схемы экстракции.		6	Экстрагирование. Р асчет процессов экстрагир ования (одноступенчатые, ногоступенчатые) с помощью треугольных диаграм м.		2	_				

_
`_
+

Прод	олжение таблицы	4								
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий В а		дое ость с.ч.	Темы практических занятий	Трудоем кость в ак.ч.		Тема лаборат орных занятий	емк	В
				7		6	7		6	7
		Адсорбция. Равновесие в процессах адсорбции и ионном обмене. Адсорбенты и ионообменные смолы. Классификация и устройство аппаратов для проведения адсорбции. Сушка. Кинетика сушки. Конвективная сушка. Материальный и тепловой баланс конвективной сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха. Принципиальные схемы конвективной сушки. Контактная сушка. Материальный и тепловой баланс. Радиационная сушка. Диэлектрическая сушка. Сублимационная сушка. Конструкции сушилок. Кристаллизация. Кристаллизацию из растворов. Кристаллизация из расплава. Комбинированные способы кристаллизации. Материальный баланс. Кристаллизационное оборудование. Выпарные кристаллизаторы. Охладительные кристаллизаторы. Химические кристаллизаторы. Мембранные процессы. Баромембранные процессы. Мембраны. Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения. Аппараты для мембранного разделения.			Расчет материального баланса сушки Расчет теплового баланса сушки		4			

Прод	олжение таблицы	4								
№ Наименование темы (раздела) дисциплины		Содержание лекционных занятий	Трудое мкость в ак.ч.		Темы практических занятий	кос	доем Ть в .ч.	Тема лаборат орных	емв	удо кост в
			6	7		6	7	занятий	6	7
4	Измельчение твердых материалов	Классификация, дозирование и смешивание тверлых материалов. Классификация		2	Расчет аппаратов для грохочения, дробления и обогащения углей	_	2	_	_	_
	Всего аудитор	ных часов в 6 семестре	8			8			_	_
	Всего аудитор	оных часов в 7 семестре		8			8		_	
	Всего аудитор	оных часов	1	6		1	6			_

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство			
ОПК-4	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена			

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

6 семестр:

- практические работы всего 80 баллов;
- реферат 20 баллов.

7 семестр:

- практические работы всего 60 баллов;
- индивидуальное задание 40 баллов

Зачет (6 семестр) проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводится по результатам работы в семестре. Если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.6).

Экзамен (7 семестр) проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную

точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» проводится в форме устного экзамена по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.7). Экзаменационный билет включает два вопроса из приводимого ниже перечня и задачу. Экзаменационные билеты составляется таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 33 баллов. Студент на устном экзамене может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Сумма баллов за все виды	Оценка по национальной шкале
учебной деятельности	зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено.

6.3 Темы для рефератов (презентаций)

- 1) Ректификация.
- 2) Дистилляция.
- 3) Отстаивание и аппаратура процессов отстаивания.
- 4) Процесс дробления.
- 5) Процесс грохочения сыпучих материалов.
- 6) Процессы адсорбции.
- 7) Экстракция и подбор растворителя.
- 8) Типы отстойников, интенсификация процессов отстаивания.
- 9) Процесс фильтрования.
- 10) Процесс осветления.
- 11) Процесс сгущения.
- 12) Типы фильтров и принцип их работы.
- 13) Дистиллят и его свойства.
- 14) Ректификат и его свойства.
- 15) Типы отстойников.
- 16) Типы фильтров для фильтрования жидкости.
- 17) Типы фильтров для фильтрования пылегазовой смеси.

6.4 Индивидуальное задание

Для заданного цеха подобрать материал по:

- 1. Описанию технологических процессов, которые осуществляются в цеху.
- 2. Описанию аппаратов, используемых в этих технологических процессах.
- 3. Материал оформить в виде презентаций с использованием текста, рисунков, схем и т.д. Рисунки и схемы обязательно.

Можно делать несколько презентаций, отдельно по каждому технологическому процессу (в зависимости от объема информации).

Предоставить список источников.

Задание:

Вариант № 1 Углеподготовительный цех

Вариант № 2 Коксовый цех

Вариант № 3 Цех улавливания химических продуктов

Вариант № 4 Цех очистки газа от сернистых соединений

Цех ректификации

Вариант № 5 Смолоперегонный цех

Вариант № 6 Пекококсовый цех

6.5 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты заданий для студентов очной формы обучения

Тема 1 Общие понятия химической технологии

- 1) В чем заключаются предмет, задачи и содержание курса «Процессы и аппараты химической технологии»?
- 2) Каким образом классифицируются процессы и аппараты химической технологии на основании кинетической закономерности?
 - 3) Что является движущейся силой гидромеханических, тепловых и массообменных процессов?
- 4) Каким образом можно определить число параметров, определяющих равновесие рассматриваемого процесса?
 - 5) Какие параметры включены в условия однозначности?
 - 6) В чем заключается теорема Кирпичева Гухмана?
 - 7) Что позволяет анализ процесса с позиции теории подобия?

Задание 1. Определить характер движения воды в трубе диаметром $44,5\times2,5$ мм при температуре t=30 °C. Расход воды V м³/ч.

Параме		Варианты											
тры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
V, м ³ /ч	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4			

Тема 2 Гидромеханические процессы и аппараты

- 1) Что является предметом изучения гидромеханики?
- 2) Какими основными свойствами и параметрами характеризуется реальная жидкость?
- 3) Какими видами энергии обладают покоящиеся и движущиеся жидкости?
- 4) Какие критерии относятся к критериям гидродинамического подобия?
- 5) Какие гидродинамические режимы течения вязкой жидкости различают?
 - 6) Как определяется гидравлическое сопротивление трубопровода?
- 7) Какими параметрами характеризуется движение жидкости через неподвижные, пористые и зернистые слои?
 - 8) Что характеризует кривая псевдоожижения?
 - 9) Каковы назначение трубопроводов и их устройство?
 - 10) На чем основана классификация гидравлических машин?
- 11) Какими параметрами характеризуется работа гидравлических машин?
- 12) Какие типы насосов относятся к динамическим насосами насосам объемного типа?
 - 13) На чем основана классификация компрессорных машин?
 - 14) Какие гетерогенные системы существуют?
 - 15) Что такое инверсия фаз?
 - 16) Что называется внутренней (дисперсной) фазой?
- 17) На чем основывается принцип выбора метода и аппаратуры для разделения конкретных гетерогенных систем?
- 18) Каков физический смысл разделения в поле сил тяжести (отстаивания)?
- 19) Каким образом рассчитывается скорость осаждения частицы при отстаивании?
- 20) Каким образом требуемая площадь поверхности отстойника связана с его производительностью?
 - 21) Каков физический смысл процесса фильтрования?
- 22) Какие основные типы фильтров применяются в промышленности?
- 23) Какие фильтрующие материалы используют в промышленности и какие требования к ним предъявляются?
 - 24) Каков физический смысл центробежного фактора разделения?
 - 25) Какие типы центрифуг существуют?
 - 26) В чем заключается принцип работы циклонов и гидроциклонов?
- 27) На чем основывается процесс осаждения газовых неоднородных систем в электрическом поле?
 - 28) Какие типы мокрых пылеуловителей существуют?
 - 29) Какими достоинствами обладает скруббер Вентури?
 - 30) Каковы цели осуществления процесса перемешивания в жидких

средах?

- 31) Какие способы перемешивания в жидких средах существуют?
- 32) С какой целью у внутренних стенок аппарата устанавливаются радиальные перегородки?
- 33) Каким образом характеризуют эффективность и интенсивность перемешивания?
- 34) Какие факторы и как именно влияют на величину мощности, затрачиваемую на механическое перемешивание?
 - 35) Какие конструкции механических мешалок существуют?

Задание 1. По прямой трубе диаметром d=50 мм и длиной $L_0=10$ м движется нефть в количестве V=7 м 3 /ч. Потеря давления составляют 19600 Па. Как изменится потеря давления в трубе, если расход жидкости V м 3 /ч. станет равным V_1 м 3 /ч, длина трубопровода L м, диаметр трубы будет увеличен до d_1 мм

÷		-											
			Варианты										
	Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ſ	$V_{1, M}^{3}/ч$	14	16	18	14	12	14	16	18	20	22		
ſ	d_1 , MM	100	200	150	100	80	100	200	150	80	100		
Ī	L, м	15	20	25	15	22	24	26	15	12	14		

Примечание: коэффициент кинематической вязкости нефти $V = 2,5 \cdot 10^{-4} \, \text{м}^2/\,\text{c}$.

Задание 2. Определить диаметр и гидравлическое сопротивление циклона по следующим данным: расход запыленного газа V м 3 / ч (при 0 0 C и 760 мм. рт. ст.), температура 100 0 C, наименьший диаметр частиц пыли d мкм.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V, M^3/\Psi$	5200	5400	5600	5800	6000	5300	5350	5150	5100	5250
Газ	азот	аммиак	аргон	бензол	бутан	H_2	SO_2	CO_2	CO	O_2
№ вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$V, M^3 / q$	5250	5450	5650	5850	6050	5350	5380	5380	5280	5380
Газ	пентан	метан	пропан	CS_2	H_2S	этан	гелий	H_2	аргон	ацетилен
№ вар.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$V, M^3/\Psi$	6360	6480	6680	6800	6880	6380	6350	6180	6300	6250
Газ	бутан	метан	этан	бензол	аргон	H_2	SO_2	CO ₂	CO	O_2

Тема 3 Основы теплопередачи

- 1) Что является движущей силой тепловых процессов?
- 2) Какие механизмы тепла существуют?
- 3) От чего зависит коэффициент теплопроводности?
- 4) В чем состоит различие между естественной и вынужденной конвекцией?
- 5) От каких параметров наиболее существенно зависит коэффициент теплоотдачи?

- 6) Какие критерии относятся к критериям теплового подобия и каков их физический смысл?
 - 7) На чем основывается механизм передачи тепла излучением?
 - 8) В чем заключается сущность процесса теплопередачи?
- 9) Как определяется средняя движущая сила процесса теплопередачи?
- 10) Какие теплоизоляционные материалы применяются в промышленности?
 - 11) Какие источники энергии относятся к первичным и вторичным?
- 12) Какие основные мероприятия направлены на повышение эффективности использования и экономии сырьевых и топливно-энергетических ресурсов?
- 13) Какие горячие теплоносители могут быть использованы в процессах нагревания?
- 14) Какие теплоносители могут быть использованы в процессах охлаждения?
- 15) Какие требования предъявляются к современной теплообменной аппаратуре?
 - 16) На какие типы делятся теплообменники по принципу действия?
- 17) Какова последовательность расчета поверхности теплообменных аппаратов?
- 18) Каковы цель и способы компенсации температурных удлинений в кожухотрубных теплообменниках?
 - 19) В чем заключается сущность процесса выпаривания?
- 20) Какие основные свойства растворов учитываются при расчете процессов выпаривания?
 - 21) Какие способы и методы выпаривания существуют?
 - 22) По какому принципу классифицируют выпарные аппараты?
 - 23) В чем заключается процесс простого выпаривания?
 - 24) Каковы сущность и особенности многократного выпаривания?
- 25) Каким образом определяются общая и полезная разности температур для процессов выпаривания?
- 26) Из чего складываются температурные потери (депрессии) в выпарных установках?
- 27) Из каких соображений распределяется полезная разноститемператур в многокорпусных установках?
 - 28) Какова область применения адиабатных выпарных установок?
- 29) В чем заключаются особенности применения выпарных установок с тепловым насосом?
- 30) Какие виды хладагентов используются при осуществлении процесса умеренного охлаждения?
- 31) Какие холодильные машины могут применяться для осуществления процессов умеренного охлаждения?

- 32) В чем заключаются циклы с «влажным» и «сухим» ходом компрессора в парокомпрессионных установках?
- 33) Какие основные параметры характеризуют работу парокомпрессионной установки?
- 34) Каковы принципы и особенности эксплуатации абсорбционных холодильных установок?
- 35) В чем заключается принцип работы пароэжекторных холодильных установок?

Задание 1. Определить поверхность теплопередачи горизонтального кожухотрубчатого теплообменника для нагрева G кг/ч жидкости от температуры $18~^{0}$ С до температуры кипения $t_{\text{кип.}}$ при атмосферном давлении. Нагрев произвести насыщенным водяным паром давлением P_{abc} . Коэффициент теплопередачи K=1280~Bt/ м 2 К .

№ задачи	Жидкость	G, кг/ч	t _{кип.} , °С	Рабс, ат
1	2	3	4	5
1.	Вода	30000	100	2
2.	Бензол	30000	80,2	2
3.	Толуол	30000	110,8	2
4.	Метиловый спирт	28000	64,7	2
5.	Этиловый спирт	26000	78,3	2
6.	Хлороформ	25000	61,2	2
7.	Сероуглерод	30000	46,3	2
8.	Четыреххлористый углерод	30000	76,7	2
9.	Этилацетат	26000	77,15	2
10.	Бутиловый спирт	28000	117,7	2
11.	Толуол	25000	110,8	3
12.	Вода	35000	100	3
13.	Бутиловый спирт	38000	117,7	3
14.	Хлороформ	15000	61,2	3
15.	Сероуглерод	20000	46,3	3
16.	Четыреххлористый углерод	20000	76,7	3
17.	Этилацетат	30000	77.15	3
18.	Метиловый спирт	20000	64,7	1,2
19.	Этиловый спирт	20000	78,3	1,2
20.	Бензол	20000	80,2	1,4
21.	Метилацетат	30000	57,5	1,2
22.	Ацетон	32000	56	1,2
23.	Вода	15000	100	1,6
24.	Бензол	18000	80,2	1,6
25.	Толуол	15000	110,8	1,6
26.	Метилацетат	20000	57,5	1,6
27.	Этилацетат	20000	77,15	1,6
28.	Ацетон	15000	56	1,4
29.	Хлороформ	25000	61,2	1,2
30.	Сероуглерод	12000	46	1,2

Тема 4 Основы массопередачи

- 1) Какие технологические процессы называются массообменными (диффузионными)?
 - 2) Какие процессы относятся к массообменным процессам?
- 3) Какие способы выражения состава двухкомпонентных смесей существуют?
 - 4) Что понимается под равновесием массообменного процесса?
- 5) Какие способы взаимодействия распределяющих фаз существуют в процессе массопередачи?
 - 6) Каким образом осуществляется перенос вещества между фазами в процессе массопередачи?
 - 7) От чего зависит коэффициент молекулярной диффузии?
- 8) Какова связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи?
- 9) Какие критерии относятся к критериям подобия процессов массопередачи и каков их физический смысл?
- 10) Каким образом определяется средняя движущая сила массообменных процессов?
- 11) С какой целью используются модифицированные уравнения массопередачи?
- 12) В чем заключается особенность массопередачи в системах с твердой фазой?
- 13) В чем заключаются физический смысл и особенности процесса абсорбции?
- 14) Какими основными законами характеризуется равновесие в процессах абсорбции?
 - 15) Какие принципиальные схемы абсорбции существуют?
- 16) В каких случаях применяют схемы абсорбции с частичной рециркуляцией жидкости (газа)?
 - 17) Каким образом может осуществляться процесс десорбции?
 - 18) Какие основные типы абсорберов существуют?
 - 19) В чем состоит назначение насадки в абсорберах?
- 20) Какие гидравлические режимы работы насадочных колонн наблюдаются в зависимости от скорости подачи газа (пара)?
- 21) В чем заключаются физический смысл и назначение процессов дистилляции и ректификации?
- 22) Каким образом осуществляется графическое выражение условий равновесия между паром и жидкостью в процессе ректификации?
- 23) Какие технологические способы осуществления процесса дистилляции существуют?
- 24) Какова схема устройства непрерывно действующей ректификационной установки?

- 25) Что характеризует и как определяется оптимальное флегмовое число при работе непрерывно действующей ректификационной установки?
- 26) Какие режимы работы периодически действующих ректификационных установок существуют?
- 27) В чем заключается принцип экстрактивной и азеотропной ректификации?
- 28) Какие типы ректификационных аппаратов используют в промышленности?
 - 29) В чем заключаются принцип и назначение процессов экстракции?
- 30) Какие требования предъявляются к экстрагентам (растворителям) в процессах жидкостной экстракции?
- 31) Какому закону подчиняется равновесие в процессах жидкостной экстракции?
- 32) Какие основные конструкции жидкостных экстракторов применяются в промышленности?
- 33) Какие принципиальные схемы жидкостной экстракции используются в промышленности?
- 34) В чем заключаются принцип и особенности процесса экстрагирования?
- 35) В чем заключаются принцип и назначение процессов адсорбции и ионного обмена?
- 36) Каким образом описываются условия равновесия в процессах адсорбции и ионного обмена?
- 37) Каков физический смысл статической и динамической активностей адсорбента?
 - 38) Какие параметры влияют на активность адсорбента?
- 39) Какие вещества используются в качестве адсорбентов и ионообменных смол?
- 40) Каким образом осуществляется регенерация адсорбентов и ионитов?
- 41) Какие основные типы аппаратов применяются для проведения процессов адсорбции и ионного обмена?
- 42) В чем заключаются назначение и основные принципы процесса сушки?
- 43) Какие виды сушки различают по способу подвода теплоты к влажному материалу?
 - 44) Какими параметрами определяется равновесие в процессе сушки?
- 45) Каким образом выражается концентрация влаги в различных материалах?
- 46) Какими периодами определяется кинетика процесса конвективной сушки?
- 47) Каково назначение диаграммы состояния влажного воздуха (диаграмма Рамзина)?

- 48) Какие принципиальные схемы конвективной сушки существуют и как они изображаются на диаграмме i-x?
- 49) Какие основные типы контактных и конвективных сушилок существуют?
- 50) В чем заключаются назначение и основные принципы процесса кристаллизации?
- 51) Какие способы процесса кристаллизации используются в промышленности?
- 52) Каким образом записываются материальные и тепловые балансы процессов кристаллизации?
- 53) Какие типы аппаратов используются для осуществления процесса кристаллизации?
 - 54) В чем заключается сущность процесса мембранного разделения?
 - 55) Какие процессы относятся к мембранным?
 - 56) Какие типы мембран используются в промышленности?
- 57) Какие факторы оказывают основное влияние на процесс мембранного разделения?
- 58) Какие типы аппаратов используются для осуществления процессов мембранного разделения?

Задание 1. Рассчитать диаметр и высоту насадки абсорбера для улавливания из воздуха компонента A поглотителем B. Расход газовой смеси в рабочих условиях V (м³/ч) с концентрацией компонента A, объемн.), степень улавливания составляет C_{Π} (%). Концентрация компонента A впоглотителе B на входе в абсорбер $X_{\Pi} = 0$ [кмоль A/ кмоль B], а на выходе составляет φ % от максимально возможной в данных условиях, т.е. от равновесной с входящим газом. Уравнение линии равновесия имеет вид $Y^* = f(X)$, где Y[кмоль A/кмоль воздуха], X [кмоль A/кмоль B]. Скорость газа в абсорбере w м/с, коэффициент смоченности насадки $\psi = 0.88$. В качестве насадки используются кольца Рашига размером 25 х 25 х

 $\psi = 0,88$. В качестве насадки используются кольца Рашига размером 25 х 25 х 3мм, давление в колонне Р МПа и температура 20° С. Средний коэффициент массопередачи K_v

$$\frac{\kappa^2}{(\kappa\Gamma A/(M^2 c^{\kappa 2} \cdot unepmhozo \cdot zasa)}$$
.

Вар иан т	A	В	V м ³ /ч	С _{ун} %	С _п %	$arphi_{\ \%}$	$Y^* = f(X)$	ω, _M /c	Ky	Р МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1			1400	6	80	60	Y* = 1.8X	0,2	0,5	0,12
2	Аммиак	Вода	1600	7	90	65	$1^{\circ}-1,0\Lambda$	0,3	0,6	0,14
3			1800	8	85	70	$Y^* = 1,2X$	0,4	0,5	0,16
4			2000	5	82	64		0,5	0,7	0,12
5			2200	7	84	66		0,6	0,65	0,14
6			2400	6	86	70		0,7	0,35	0,22

7			4000	5,6	96	60		0,90	0,7	0,10
8	1		4500	7,8	94	65	1	0,82	0,8	0,12
9	1 .	ъ	5000	9,6	95	70		0,74	0,9	0,14
10	Ацетон	Вода	5500	6,5	92	64	$Y^* = 1,6X$	0,65	0,88	0,12
11	1		5600	8.2	88	66		0,55	0,86	0,14
12			5800	8.4	86	70		0,65	0,84	0,12
13			3000	30	86	60		0,1	0,52	0,22
14	777		4000	32	84	65	Y* = 1,5X	0,2	0,65	0,18
15	Дву	D	4500	28	85	70		0,4	0,55	0,16
16	окись	Вода	4800	26	82	64		0,3	0,72	0,2
17	углерода		5000	28	84	66	Y* = 1,7X	0,4	0,65	0,22
18			5400	30	86	70		0,5	0,35	0,16
19			2800	4	80	60		0,1	0,52	0,2
20			2700	6	82	65	Y*=1,43X	0,2	0,65	0,4
21	Этило		3000	8	83	70		0,4	0,55	0,6
22	вый	Вода	3200	5	84	64		0,3	0,72	0,8
23	спирт		3400	4	84	66		0,4	0,65	0,15
24] 1		3600	6	86	70	$Y^* = 1,6X$	0,5	0,35	0,14
25			5800	8.4	86	70		0,65	0,84	0,12
26	Дву		6000	5	87	68		0,7	0,8	0,13
	окись	Вода					Y*=1,76X			
	серы									
27			5600	6	88	70		0,8	0,65	0,14
28			4600	5,5	89	66		0,62	0,65	0,16
29			3400	6,2	90	65		0,65	0,50,	0,125
30			32-00	6,4	87	68		0,58	0,72	0,13

Тема 5 Измельчение твердых материалов

- 1) Какова основная цель проведения процесса измельчения?
- 2) В чем основное различие стадий дробления и измельчения?
- 3) Какие способы измельчения твердых тел применяются в промышленности?
 - 4) Какие основные схемы измельчения существуют?
- 5) По каким показателям осуществляют классификацию оборудования для измельчения?
- 6) Какие устройства используются для осуществления процесса измельчения?
 - 7) В чем заключается сущность механохимической активации?
 - 8) Какова основная цель процесса классификации твердых материалов?
 - 9) Какие существуют основные способы классификации?
 - 10) Какие способы гранулометрического анализа существуют?
 - 11) Каковы принципы работы, основные типы и устройство грохотов?
- 12) Каковы принцип действия и устройство гидравлических и воздушных классификаторов?

- 13) Какие основные типы дозирующих устройств существуют и каков принцип их работы?
- 14) Какие смешивающие устройства твердых материалов используются в промышленности?
- 15) Какие основные принципы используются при классификации подъемно-транспортных устройств?
- 16) Какие устройства для перемещения твердых материалов используются в промышленности?

Задание 1. Рассчитать непрерывно действующий отстойник с гребковой мешалкой для осветления суспензии речной песок (кварц) — вода. Количество суспензии $G_{\text{см}}$, т/ч. Содержание твердой фазы в суспензии $X_{\text{см}}$ %, в осадке (в сгущенной суспензии) $X_{\text{ос}}$ %, в очищенной сплошной фазе $X_{\text{оч}}=3\%$. Температура суспензии t °C. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению d=35 мкм. Определить: производительность отстойника по твердой фазе $G_{\text{ос}}$ и по очищенной сплошной фазе $G_{\text{оч}}$; скорость осаждения $W_{\text{ос}}$, м/с; площадь осаждения отстойника $F_{\text{ос}}$, м².

	Расход исход-	Температура	Содержание	Содержание
№ варианта	ной суспензии,	суспензии	твердой фазы в	твердой фазы в
	G_{cM} , T/q	t °C.	суспензии, \overline{X}_{cm} %	шламе, $\overline{X}_{oc}\%$
1	2	3	4	5
1	20	22	12	36
2	19	25	16	35
3	16	15	9	34
4	22	16	12	40
5	24	18	14	32
6	15	15	16	44
7	18	16	20	42
8	20	20	10	40
9	22	26	9	35
10	18	20	8	34
11	14	22	12	36
12	19	25	16	35
13	15	15	9	34
14	12	16	12	40
15	13	18	14	32
16	19	15	16	44
17	20	16	12	42
18	21	20	10	40
19	22	26	9	35
20	23	20	8	34
21	12	24	10	40
22	16	22	9	38
23	20	22	12	36
24	19	25	16	35
25	24	18	14	32
26	15	15	16	44

27	18	16	20	42
28	20	20	10	40
29	22	26	9	35
30	18	20	8	34

6.6 Вопросы для подготовки к зачету (6 семестр)

- 1) В каких процессах используется осаждение частиц?
- 2) Какие силы действуют на частицу, движущуюся в газообразной или жидкой среде?
 - 3) От чего зависит сила сопротивления среды?
 - 4) При каких условиях наблюдается ламинарный режим движения?
 - 5) Приведите формулу закона Стокса.
 - 6) При каких условиях наступает турбулизация движения?
 - 7) Приведите формулу закона Ньютона.
 - 8) Какие существуют режимы обтекания частицы средой?
 - 9) Какие системы называются неоднородными системами?
 - 10) Приведите примеры неоднородных систем.
 - 11) Какие системы называются суспензиями?
 - 12) Какие различают виды суспензий?
 - 13) Дать определение осаждения.
 - 14) Дать определение отстаивания.
 - 15) Что представляет собой шлам (отстой)?
 - 16) Дать определение слива.
 - 17) Какие виды отстаивания Вы знаете?
 - 18) Для каких целей используют процесс осветления?
 - 19) Для каких целей используют процесс сгущения?
 - 20) Какие виды отстойников Вы знаете?

6.7 Вопросы для подготовки к экзамену (7 семестр)

- 1) Из каких элементов состоит отстойник с гребковым механизмом?
- 2) Какие типы отстойников применяются для интенсификации процесса отстаивания?
 - 3) За счет чего можно интенсифицировать процесс отстаивания?
- 4) Что является внешним проявлением консолидированного осаждения суспензии?
 - 5) Чем определяются закономерности отстаивания?
 - 6) Что представляет собой лимитирующий слой?
 - 7) Какие зоны фиксируются в аппаратах отстаивания?
 - 8) Зависит ли время уплотнения от формы и размеров сосуда?
- 9) От чего зависит время уплотнения, необходимое для получения требуемой концентрации твердой фазы в шламе?
 - 10) От чего зависит время пребывания твердой фазы в аппарате?
- 11) Благодаря чему наблюдается увеличение концентрации твердой фазы в сгустителе в направлении сверху вниз?

- 12) Отчего зависит скорость фильтрации?
- 13) От чего зависит движущая сила фильтрования?
- 14) Как обеспечить постоянную скорость фильтрования?
- 15) Как влияет объемная концентрация на скорость фильтрования?
- 16) Назовите типы фильтров и их принцип работы.
- 17) Назовите преимущества различных типов фильтров.
- 18) Для чего применяется перегонка с водяным паром?
- 19) Как рассчитывается концентрация кубового остатка, если известна концентрация дистиллята?
 - 20) Что такое дистиллят?
- 21) Назовите преимущества и недостатки перегонки с водяным паром по сравнению с простой перегонкой.
- 22) Как вычислить концентрацию дистиллята, если известна концентрация кубового остатка?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы: учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск: Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/96108.html

Дополнительная литература

- 1. Основы химических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Левенец, А.В. Горбунова, Т.А. Ткачева. Электрон. текстовые данные. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. 122 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/54136.html
- 2. Процессы и аппараты химическойтехнологии. Общий курс: [Электронный ресурс]: в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [идр.]; Под ред. В. Г. Айнштейна. 5-еизд. (эл.). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 1758 с. Режим доступа: https://studylib.ru/doc/2690524/processy-i-apparaty-himicheskoj-tehnologii.-obshhij-kurs.
- 3. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки: Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / И.И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. М.: Альфа-М, 2008. 717с. Режим доступа: https://djvu.online/file/YVOJsLsRpen4s
- 4. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебник / Г.И. Ефремов. М. : ИНФРА-М, 2018. 255 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. Режим доступа: http://www.znanium.com/catalog.php
- 5. Снарев, А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа: учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / А.И. Снарев. изд. 3-е, доп. М.: Инфра-Инженерия, 2010. 232 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. Режим доступа: http://www.znanium.com/catalog.php

Методическое обеспечение

1. Общая химическая технология и химические реакторы. Сборник задач: учебное пособие / Н. Ю. Санникова, А. С. Губин, Л. А. Власова [и др.]. Как вычислить концентрацию дистиллята, если известна концентрация кубового остатка? Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. — 60 с. — URL: https://www.iprbookshop.ru/119643.html

- 2. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие. Под ред. проф. Г.С. Дьяконова.— Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2005.— 236с. URL: https://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=22881
- 3. Материальные балансы химико-технологических процессов: методические указания для выполнения практических работ / Р.Х. Багманова, В.П. Дорожкин.— Нижнекамск: Нижнекамский химико-технологический институт ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2012.— 73с. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1725628684&tld=ru&lang=ru&name=nchtibalans.pdf&text

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- 1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.
- 2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. Белгород. URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/. Текст: электронный.
- 3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. Москва. URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x. Текст: электронный.
- 4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.
- 5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.— Красногорск. URL: http://www.iprbookshop.ru/. Текст: электронный.
 - 6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" http://e.lanbook.com/
 - 7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. https://e.lanbook.com/
- 8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. https://www.iprbookshop.ru/
 - 9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. https://rusneb.ru/
 - 10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. https://diss.rsl.ru/
- 11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. https://cyberleninka.ru/
- 12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. https://elibrary.ru/defaultx.asp?/
- 13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» https://biblio.asu.edu.ru
 - 14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» https://biblioclub.ru
- 15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» https://library.spbstu.ru

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО. Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 30 человек	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал			
старший преподаватель кафедры	1		
металлургических технологий	Paul F	Ю. Рамазанова	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)	
И.о. заведующего кафедрой			
металлургических технологий	Усем Н.Г. Митичкина (подпись) (Ф.И.О.)		
Протокол № 1 заседания кафедры металлургических технологий	от 30 (08.2024г.	
металлургических технологии	01 30.0	<u> </u>	
И.о декана факультета горнометаллургической промышленности и строительства	(nomines)	О.В. Князьков (Ф.И.О)	
Председатель методической комиссии по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» Профиль «Химическая технология природных энергоносителей и			
углеродных материалов»	<u>Gelleenf</u> I (подпись)	<u>Н.Г. Митичкина</u> (Ф.И.О.)	
Начальник учебно-методического центра	(подпись)	О.А. Коваленко (Ф.И.О.)	

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения					
изменений					
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:				
Основание:					
Подпись лица, ответственного за внесение изменений					