

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.01

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты химических и нефтехимических предприятий

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.04.01 «Химическая технология»

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и
нефтехимии

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	3											
Часов по РУП	108											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
	1											
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам	3											3
Лекции	8											8
Лабораторные												
Практические	26											26
Контактная работа	34											34
Сам. работа	38											38
Контроль	36											36
Итого	108											108

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология».

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

- ☒ Отсутствует
- ☒ Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Рациональное природопользование и ресурсосбережение» (протокол заседания № 1 от «28» августа 2018 г.).
- ☐ Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Срок действия рабочей программы дисциплины до «28» августа 2021 г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № ____ от «__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(разработавшей РПД)

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)
Б1.В.01 Процессы и аппараты химических и нефтехимических
предприятий

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель - изучения дисциплины является углубленное познание и практическое применение теории основных процессов, принципов устройства и методов расчёта аппаратов, используемых для проведения этих процессов.

Задачи:

1. Закрепить умения и навыки работы в области разработки химических технологии, конструирования аппаратного оформления технологических процессов.
2. Сформировать инженерный подход к анализу закономерностей процессов, протекающих в аппаратах, используемых в химической промышленности, взаимному влиянию конструкции аппарата и процессов протекающих в нем.
3. Сформировать навыки моделирования основных процессов и аппаратов.

2 Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – «Моделирование технических систем», «Катализ в химической промышленности»

Дисциплины, учебные курсы для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – «Технологии переработки нефти и природного газа», «Технологии переработки отходов химических и нефтехимических предприятий», «Оборудование химических и нефтехимических предприятий», «Рациональное использование природных и сырьевых ресурсов в химической технологии и нефтехимии».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
<p>- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3)</p>	Знать:
	— основные типы, устройство и принципы работы оборудования химических производств.
	Уметь:
<p>- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2)</p>	— выявлять закономерности функционирования технологических установок и безопасно управлять ими.
	Владеть:
	— навыками эксплуатации современных химических и нефтехимических производств.
<p>- способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3)</p>	Знать:
	— закономерности протекания основных процессов, использующихся в химической промышленности.
	Уметь:
	— анализировать факторы, влияющие на интенсивность процессов и выявлять лимитирующие стадии.
	Владеть:
	— методиками расчета процессов и аппаратов химической технологии.
	Знать:
	— принципы применения теории подобия, численных методов, методов высшей математики к расчету химической техники;
	— возможности применения современного программного обеспечения для создания моделей различных процессов и аппаратов.
	Уметь:
	— применять междисциплинарный подход к анализу и решению поставленных задач;

	<p>–применять имеющиеся знания при выполнении расчетов;</p> <p>–составлять алгоритмы и методики расчетов различных аппаратов, применяемых в химической промышленности.</p>
	<p>Владеть:</p> <p>–навыками решения конкретных технологических задач;</p> <p>–навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов.</p>

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Гидромеханические процессы	<p>Разделение неоднородных систем. Классификация и характеристика неоднородных систем.</p> <p>Осаждение. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p> <p>Фильтрование. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p> <p>Центрифугирование. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p> <p>Газодинамика взвешенного слоя. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p>
Модуль 2. Тепловые процессы	<p>Основные способы передачи тепла.</p> <p>Нагревание, охлаждение. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p> <p>Испарение, конденсация. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p> <p>Выпаривание. Закономерности процесса и аппаратное оформление.</p>
Модуль 3. Массообменные процессы	<p>Абсорбция.</p> <p>Перегонка и ректификация.</p> <p>Экстрагирование.</p> <p>Адсорбция.</p> <p>Сушка.</p> <p>Мембранное разделение.</p> <p>Кристаллизация.</p>

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса)– 3 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Процессы и аппараты химических и нефтехимических предприятий
(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 1

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Модуль 1. Гидромеханические процессы	Лекция № 1. Разделение неоднородных систем. Классификация и характеристика неоднородных систем. Осаждение. Закономерности процесса и аппаратное оформление. Фильтрование. Закономерности процесса и аппаратное оформление. Центрифугирование. Закономерности процесса и аппаратное оформление. Газодинамика взвешенного слоя. Закономерности процесса и аппаратное оформление.	4				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.		[1 – 5]
	Практическое занятие №			4		Практическое	2	Подготовка	Раздаточный	Отчет	[1 –

	1. Расчет необходимой длины песколовки.					занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.		отчета по практическому занятию.	материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	по практическому занятию № 1.	5]
	Практическое занятие № 2. Расчет параметров отстойника для разделения водной суспензии.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 2.	[1 – 5]
	Практическое занятие № 3. Расчет мощности, потребляемой центрифугой типа АГ, АОТ.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	2	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 3.	[1 – 5]
Модуль 2. Тепловые процессы	Лекция № 2. Основные способы передачи тепла. Нагревание, охлаждение. Закономерности процесса и аппаратное оформление. Испарение, конденсация. Закономерности процесса и	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийные средства: проектор, экран, персональный компьютер.		[1 – 5]

	аппаратурное оформление. Выпаривание. Закономерности процесса и аппаратурное оформление.										
	Практическое занятие № 4. Расчет необходимой поверхности теплообмена и расхода воды при прямотоке и противотоке.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	4	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 4.	[1 – 5]
	Практическое занятие № 5. Расчет необходимой поверхности теплообмена и геометрических размеров одноходового кожухотрубчатого теплообменника.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	4	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 5.	[1 – 5]
	Практическое занятие № 6. Расчет расхода греющего пара в выпарных установках.			2		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	4	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 6.	[1 – 5]
Модуль 3.	Лекция № 3. Абсорбция. Перегонка и	2				Лекция с элементами дискуссии, с			Мультимедийные средства:		[1 – 5]

Массообменные процессы	ректификация. Экстрагирование. Адсорбция. Сушка. Мембранное разделение. Кристаллизация.					использованием технологий развития критического мышления.			проектор, экран, персональный компьютер.		
	Практическое занятие № 7. Расчет числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия.			4		Практическое занятие с использованием технологии традиционного обучения, с обсуждением результатов деятельности.	4	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, персональный компьютер, доступ к сети «Интернет».	Отчет по практическому занятию № 7.	[1 – 5]
Подготовка к экзамену							3 6				
Итого: 108		8		26			74				
		34									

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Отчет по практическим занятиям.	Представление отчетов по практическим занятиям в электронном виде в соответствии с требованиями, указанными в	«зачтено»	Отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.
		«не зачтено»	Отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета

	методических указаниях к работе.		студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.
--	----------------------------------	--	---

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Экзамен (устно)	Наличие «зачтено» по результатам текущего контроля.	«Отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент в полном объеме владеет материалом и отвечает на один дополнительный вопрос с пониманием, приводит примеры.
		«Хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент в полном объеме владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, не отвечает на дополнительный вопрос, приводит примеры.
		«Удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории.
		«Неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Письменные работы учебным планом не предусмотрены

8. Вопросы к экзамену

№ п/п	Вопросы
1	Классификация основных химико-технологических процессов.
2	Материальный, энергетический балансы. Понятие движущей силы. Физическое и математическое моделирование.
3	Геометрическое подобие аппаратов (систем). Подобие физических величин. Временное подобие. Подобие начальных граничных условий.
4	Классификация неоднородных систем.
5	Общая классификация гидромеханических процессов. Материальный баланс процессов разделения.
6	Осаждение под действием силы тяжести. Применяемые аппараты.
7	Осаждение под действием центробежной силы. Применяемые аппараты.
8	Осаждение под действием электрического поля. Применяемые аппараты.
9	Фильтрация. Физическая сущность процесса. Основные кинетические уравнения фильтрации.
10	Виды фильтров.
11	Мокрая очистка газов
12	Перемешивание в жидкой среде. Область применения. Способы перемешивания.
13	Типы механических мешалок. Схема подбора мешалок.
14	Псевдоожижение твердого зернистого материала. Физическая сущность процесса. Область применения.
15	Общая характеристика тепловых процессов. Основные уравнения теплопередачи (уравнение переноса тепла).
16	Теплопроводность. Закон Фурье.
17	Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
18	Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. В чем разница теплоотдачи при свободном движении жидкости при вынужденном движении жидкости.
19	Виды теплообменных аппаратов.

20	Нагревание. Виды нагрева
21	Охлаждение. Виды охлаждения
22	Конденсация. Основные закономерности процесса
23	Выпаривание. Основные закономерности процесса и аппаратурное оформление
24	Физическая сущность массопередачи. Виды массообменных процессов. Понятие «равновесие».
25	Рабочая линия процесса массопередачи, ее расположение по отношению к равновесной линии в различных видах массопередачи.
26	Уравнение рабочей линии массопередачи. Всегда ли рабочая линия прямая (кривая)?
27	Движущая сила массопередачи. Каким образом она влияет на скорость процесса. В аппаратах «идеального вытеснения» или «идеального смешения» выше движущая сила и почему?
28	Абсорбция, ее функция, сущность. Равновесная и рабочая линия. Десорбция.
29	Аппараты для проведения процесса абсорбции. Преимущества и недостатки каждого типа аппарата.
30	Пути и способы повышения скорости и полноты абсорбции.
31	Ректификация. Ее принципиальные отличия от простой перегонки. Основные допущения, принятые для упрощения расчетов.
32	Диаграммы для реальных смесей при перегонке, понятие «азеотропной точки». Флегмовое число и его влияние на процесс разделения.
33	Рабочая линия ректификации.
34	Основные типы ректификационных колонн. Дефлегматор и холодильник. К аппаратам «идеального вытеснения» или «идеального смешения» относятся ректификационные колонны? Объясните ответ.
35	Экстракция, ее физическая сущность и область применения.
36	Треугольная диаграмма. Почему процесс экстракции отображается именно треугольной диаграммой и каким образом по этой диаграмме можно судить о самом процессе и его показателях.
37	Кривая равновесия на треугольной диаграмме, линии разбавления и хорды равновесия.
38	Принципиальные схемы процесса экстракции с отображением их на треугольной диаграмме.
39	Аппаратурное оформление процесса экстракции. Показать в каких случаях применяется тот или иной аппарат.
40	Кристаллизация. Основные понятия, графические зависимости.
41	Кристаллизация. Разновидности процесса. Аппараты для его осуществления.
42	Адсорбция. Основные понятия и область применения.
43	Псевдоожижение твердого зернистого материала.
44	Принципиальные схемы адсорбционных процессов.
45	Сушка. Физическая сущность и области применения. Равновесие в процессах сушки.

46	Виды сушки. Основные диаграммы.
47	Аппаратурное оформление процессов сушки.
48	Процессы мембранного разделения смесей.
49	Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на процесс разделения.
50	Аппараты для мембранного разделения смесей.
51	Искусственное охлаждение. Компрессионные, абсорбционные, парожетторные холодильные машины
52	Искусственное охлаждение. Глубокое охлаждение. Циклы высокого, среднего и низкого давления.

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Гидромеханические процессы	ОПК – 3 ПК – 2,3	Отчеты по практическим занятиям 1 – 3 в электронном виде
2	Модуль 2. Тепловые процессы	ОК – 8 ПК – 2,3	Отчеты по практическим занятиям 4 – 6 в электронном виде
3	Модуль 3. Массообменные процессы	ОПК – 3 ПК – 2,3	Отчет по практическому занятию 7 в электронном виде

9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

9.2.1. Типовые задания для практических занятий

Практическое занятие № 1. Расчет необходимой длины песколовки.

Цель работы: закрепить знания по гидромеханическим процессам, приобрести практические навыки расчета необходимой длины песколовки для осаждения примесей минерального и органического происхождения.

Принадлежности: персональный компьютер с доступом к сети Интернет, ПО Microsoft Office, раздаточный материал.

Алгоритм выполнения задания:

- Изучить лекционный и раздаточный материал.
- Выполнить задание по предложенному варианту (таблицы 1, 2):
 - Определить необходимую длину песколовки шириной b для

осаждения из промышленных стоков примесей минерального и органического происхождения, если в ней осветляется V сточных вод, их температура t , минимальный размер улавливаемых частиц d , плотность частиц ρ_t . Скорость движения стоков в песколовке v_c . Действительную скорость осаждения принять вдвое меньше теоретической.

2.2. Описать методы интенсификации осаждения.

3. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию. Выполненное практическое занятие должно быть оформлено в электронном виде (с расширением *.doc/docx).

Таблица 1 – Значения V , b и v_c

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{с}$	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,0	4,4
$b \cdot 10^{-2}, \text{ м}$	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$v_c, \text{ м/с}$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Таблица 2 – Значения t , d и ρ_t

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t, ^\circ\text{C}$	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$d \cdot 10^6, \text{ м}$	75	72	70	65	60	55	50	45	40	35
$\rho_t \cdot 10^{-1}, \text{ кг/м}^3$	155	160	212	180	175	170	223	235	270	190

Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.

«не зачтено» – отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

Практическое занятие № 4. Расчет необходимой поверхности теплообмена и расхода воды при прямотоке и противотоке.

Цель работы: закрепить знания по тепловым процессам, приобрести практические навыки расчета необходимой поверхности теплообмена и расхода воды при прямотоке и противотоке.

Принадлежности: персональный компьютер с доступом к сети Интернет, ПО Microsoft Office, раздаточный материал.

Алгоритм выполнения задания:

1. Изучить лекционный и раздаточный материал.

2. Выполнить задание по предложенному варианту (таблица 3):

2.1. В аппарате требуется охладить от температуры t_n до температуры t_k жидкость массовым расходом G с теплоёмкостью C . Начальная температура охлаждающей воды t_1 , удельная теплоёмкость воды $C_v = 4190$ Дж/(кг·К). Коэффициент теплопередачи K .

2.2. Определить необходимую поверхность теплообмена и расход воды при прямотоке и противотоке.

2.3. Описать схемы движения теплоносителей и определение среднего температурного напора.

3. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию.

Выполненное практическое занятие должно быть оформлено в электронном виде (с расширением *.doc/docx).

Таблица 3 – Значения величин

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_n, ^\circ\text{C}$	100	95	90	85	80	95	77	88	92	97
$t_k, ^\circ\text{C}$	60	55	50	45	43	57	41	46	53	62
$G \cdot 10^{-2}, \text{кг/ч}$	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
$C \cdot 10^2,$ Дж/(кг·К)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$t_1, ^\circ\text{C}$	12	15	18	20	22	25	11	13	16	19
$K \cdot 10^{-1},$ Вт/(м ² ·К)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.

«не зачтено» – отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

Практическое занятие № 7. Расчет числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия.

Цель работы: закрепить знания по массообменным процессам, приобрести практические навыки расчета числа тарелок и высоты ректификационной колонны непрерывного действия для разделения смеси метиловый спирт – вода.

Принадлежности: персональный компьютер с доступом к сети Интернет, ПО Microsoft Office, раздаточный материал.

Алгоритм выполнения задания:

1. Изучить лекционный и раздаточный материал.
2. Выполнить задание по предложенному варианту (таблицы 4, 5):

2.1. Определить число тарелок и высоту ректификационной колонны непрерывного действия для разделения под атмосферным давлением смеси метиловый спирт – вода. Массовая доля низкокипящего компонента в исходной смеси x_F , в дистилляте – x_d , в кубовом остатке – x_w . КПД тарелок принять равным – η , коэффициент избытка флегмы – β . Расстояние между тарелками равно h . Колонна обогревается глухим паром.

2.2. Начертить схему ректификационной установки непрерывного действия, описать принцип работы и сущность процесса, происходящего на каждой тарелке ректификационной колонны.

3. Сформировать и предоставить отчет по практическому занятию.

Выполненное практическое занятие должно быть оформлено в электронном виде (с расширением *.doc/docx).

Таблица 4 – Значения величин β и η

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
β	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,4	1,5	1,6
$\eta \cdot 10^2$	50	55	60	65	70	75	50	55	60	75

Таблица 5 – Значения величин x_F , x_d , x_w , h

№ варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_F , %	26	27	28	29	20	21	22	23	24	25
x_d , %	70	73	75	80	60	63	65	68	70	74
x_w , %	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$h \cdot 10^{-1}$, м	23	25	28	27	30	31	34	25	27	30

Критерии оценки:

«зачтено» – отчет по практическому занятию выполнен в полном объеме в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Студент отвечает на два заданных вопроса по теме практического занятия.

«не зачтено» – отчет по практическому занятию включает менее 50 % от требуемого объема или отсутствует, или при наличии отчета студент не отвечает ни на один вопрос по теме выполненного занятия.

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

При реализации учебного курса дисциплины используются технологии традиционного обучения, включающие лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практические занятия – с обсуждением результатов деятельности.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1.	Макаренков Д. А. Процессы и аппараты химических технологий [Электронный ресурс] : основные процессы и оборудование производства пигментов, суспензий и паст в лакокрасочной продукции : учеб. пособие / Д. А. Макаренков, В. И. Назаров, Е. А. Баринский. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 211 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011431-6.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2.	Луканин А. В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Луканин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 242 с. : ил. -	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

	(Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011332-6.		
3.	Ахмедьянова Р. А. Химическая технология переработки газового сырья [Электронный ресурс] : Производство мономеров из газового сырья : учеб. пособие / Р. А. Ахмедьянова, А. Г. Лиакумович ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : КНИТУ, 2015. - 180 с. : ил. - ISBN 978-5-7882-1704-8.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
4.	Атманских И. Н. Химическая технология [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / И. Н. Атманских, С. С. Нохрин, А. Р. Шарафутдинов ; Урал. федерал. ун-т ; [под общ. ред. С. С. Нохрина]. - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - 120 с. - ISBN 978-5-7996-1603-8.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
5.	Алексеев Г.В. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / Г. В. Алексеев [и др.]. - Саратов : Вузовское образование, 2014. - 203 с. : ил. - (Высшее образование).	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
6.	Кочегурова Е. А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Кочегурова ; Томский политехнический университет. -	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
	Томск : ТПУ, 2013. - 133 с. - ISBN 978-5-4387-0237-5.		
7.	Бочкарев В. В. Оптимизация химико- технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Бочкарев ; Томский политехнический университет. - Томск : ТПУ, 2014. - 263 с.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
8.	Общая химическая технология : Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 380 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Указатель: с. 372-379. - ISBN 978-5-8114-1479-6 : 772-80.	Учебник	ЭБС "Лань"
9.	Закгейм А. Ю. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : введение в моделирование химико-технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям "Хим. технология" и "Материаловедение" / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2014. - 304 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
10.	Семакина О. К. Машины и аппараты для переработки минерального сырья [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. К. Семакина, Д. А. Горлушко ; Томский политехнический университет. - Томск : ТПУ, 2014. - 90 с. - ISBN 978- 5-4387-0359-4.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)
11.	Чариков, Ю.В. Процессы и аппараты химических и нефтехимических предприятий : электронное учебное пособие / Ю.В. Чариков, – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. / оптический диск.	Учебное пособие	методический кабинет кафедры (электронный ресурс)

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

(подпись)

А.М.Асаева
(И.О. Фамилия)

«__» _____ 2017г.

МП

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://thescipub.com/journals/ajeas> – рецензируемый журнал *AmericanJournalofEngineeringandAppliedSciences* – публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации.
- <http://rsta.royalsocietypublishing.org/> – журнал *PhilosophicalTransactions* А предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки.
- <http://www.kirj.ee/engineering> – международный научный журнал *TheEstonianJournalofEngineering*, публиковавший научно-

исследовательские статьи с 1995 по 2014 гг., представляющие интерес для широкого спектра инженерных специальностей; выпускался при поддержке Эстонской академии наук.

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Office Standart	1398	- Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия – бессрочно).
2.	Windows	1398	- Windows (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно).

11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
1.	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические трехместные (моноблок) моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская 16Б, позиция по ТП № 24	42,4	20
2.	Компьютерный класс.	Столы ученические,	445020	84,8	16

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	Самарская обл. г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, по ТП № 48		
3.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-419)	Столы ученические трехместные (моноблок) моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра	445020 Самарская обл. г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, по ТП № 18	62,10	66