

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



С.Н. Авдеев

« 30 » 03 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**  
**18.03.01 «Химическая технология»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**  
**Технология и переработка полимеров**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» является формирование у студентов знаний и умений в области основных методов и закономерностей физико-химических процессов химической технологии, основах технологии перемещения жидкостей и газов, разделения неоднородных систем, о принципах тепло- и массообмена в системах с различным фазовым составом.

Задачи:

- получение знаний о основах протекания и основных закономерностях гидродинамических, тепло- и массообменных процессов химической технологии;
- приобретение практических навыков определения параметров этих процессов и выборе оптимального оборудования для их проведения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1 Знает теоретические основы химии, принципы строения вещества, механизмы и закономерности протекания химических реакций ОПК-1.2 Умеет анализировать и интерполировать результаты, полученные в ходе химических экспериментов ОПК-1.3 Владеет навыками проведения химического эксперимента, методами исследования свойств веществ и материалов	Знает - основы теории переноса импульса, тепла и массы; основные закономерности гидравлики; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз Умеет - определять характер движения жидкостей и газов; определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи Владеет методами анализа и расчета параметров химико-технологического процесса	Тестовые вопросы

<p>ПК1 Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения</p>	<p>ПК-4.1 Знает физико-механические характеристики полимерных и композиционных материалов, физико-химические основы технологии и переработки полимерных и композиционных материалов, способы и методы получения и переработки полимерных и композиционных материалов, утилизации и рекуперации отходов полимерных и композиционных материалов</p> <p>ПК-4.2 Умеет разрабатывать и выбирать методики исследования, синтеза и переработки полимерных и композиционных материалов, в том числе с учетом экологических последствий их применения; производить расчет и разрабатывать предложения по корректировке технологических параметров процессов, работать с существующей документацией и вносить изменения в нее</p> <p>ПК-4.3 Владеет методиками определения свойств и методиками расчета измеряемых характеристик полимерных и композиционных материалов</p>	<p>Знает общие принципы теории подобия и основные критерии для нахождения параметров химико-технологических процессов; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчёта.</p> <p>Умеет рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; оценивать эффективность работы химико-технологических производств</p> <p>Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами определения технологических показателей процесса и основных характеристик оборудования</p>	<p>Тестовые вопросы, КП, Отчет по практической подготовке</p>
---	---	--	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа для очной формы обучения, 10 зачетных единиц, 360 часов для заочной формы обучения (5 лет), 11 зачетных единиц, 396 часов для заочной формы обучения (3,5 года), 6 зачетных единиц, 216 часов для заочной формы обучения (3 года)

**Тематический план  
форма обучения – очная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1	Теоретические основы процессов химической технологии	4	1-4	4		8		35		
2	Основы гидравлических процессов	4	5-14	10		12	4	52	1-й и 2-й рейтинг-контроли	
3	Гидромеханические процессы и аппараты	4	15-18	4		6	2	30	3-й рейтинг-контроль	
Всего за 4 семестр:						18		117	экзамен (45 ч.)	
4	Основы теплообменных процессов	5	1-3	4	6	8	6	24		
5	Теплообменные аппараты	5	4-7	4	8	8	8	26	1-й рейтинг-контроль	
6	Основы массообменных процессов	5	8-9	6	10	4	8	18	2-й рейтинг-контроль	
7	Массообменные процессы и аппараты	5	10-18	4	12	16	14	58	3-й рейтинг-контроль	
Всего за 5 семестр:						18	36	36	126	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР										КП
Итого по дисциплине						36	36	72	243	экзамен (45 ч.), зачет, КП

**Тематический план  
форма обучения – заочная (5 лет)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Теоретические основы процессов химической технологии	5	1-4	2		2		34	
2	Основы гидравлических процессов	5	5-14	4		4	2	56	1-й и 2-й рейтинг-контроли
3	Гидромеханические процессы и аппараты	5	15-18	2		4	2	45	3-й рейтинг-контроль
Всего за 5 семестр:				8		10		135	экзамен (27 ч.)
4	Основы теплообменных процессов	6	1-3					34	
5	Теплообменные аппараты	6	4-7	2	2	2	2	44	1-й рейтинг-контроль
6	Основы массообменных процессов	6	8-9	2	2			36	2-й рейтинг-контроль
7	Массообменные процессы и аппараты	6	10-18	2	2	4	2	48	3-й рейтинг-контроль
Всего за 6 семестр:				6	6	6		162	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				14	6	16		297	экзамен (27 ч.), зачет, КП

**Тематический план  
форма обучения – заочная (3,5 года)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Теоретические основы процессов химической технологии	3	1-4					45	
2	Основы гидравлических процессов	3	5-14	4		4		66	1-й и 2-й рейтинг-контроли
3	Гидромеханические процессы и аппараты	3	15-18	2		4	2	64	3-й рейтинг-контроль
Всего за 3 семестр:				6		8		175	экзамен (27 ч.)
4	Основы теплообменных процессов	4	1-3					30	
5	Теплообменные аппараты	4	4-7	2	2	2		36	1-й рейтинг-контроль
6	Основы массообменных процессов	4	8-9		2			44	2-й рейтинг-контроль
7	Массообменные процессы и аппараты	4	10-18	2	4	4	2	52	3-й рейтинг-контроль
Всего за 4 семестр:				4	8	6		162	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				10	8	14		337	экзамен (27 ч.), зачет, КП

**Тематический план  
форма обучения – заочная (3 года)**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Теоретические основы процессов химической технологии	3	1					14	
2	Основы гидравлических процессов	3	2-4	2		2		22	1-й и 2-й рейтинг-контроли
3	Гидромеханические процессы и аппараты	3	5-7			2	2	27	3-й рейтинг-контроль
4	Основы теплообменных процессов	3	8-9					16	
5	Теплообменные аппараты	3	10-11		2	2	2	24	1-й рейтинг-контроль
6	Основы массообменных процессов	3	12-14		2			22	2-й рейтинг-контроль
7	Массообменные процессы и аппараты	3	15-18	2	6	4	2	40	3-й рейтинг-контроль
Всего за 3 семестр:				4	10	10		165	экзамен (27 ч.)
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине				4	10	10		165	экзамен (27 ч.), КП

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Теоретические основы процессов химической технологии

Тема 1 Основы изучения процессов и аппаратов химической технологии

Содержание темы: Основные понятия и определения. Классификация процессов химической технологии. Условия однозначности и виды подобия. Инварианты подобия.

Тема 2 Общие закономерности процессов химической технологии.

Содержание темы: Законы сохранения субстанций. Законы термодинамического равновесия. Законы переноса субстанций.

Раздел 2. Основы гидравлических процессов

Тема 3 Общие сведения о гидравлике

Содержание темы: Основные понятия и определения. Силы, действующие на жидкость. Физические свойства жидкости.

Тема 4 Гидростатика и гидродинамика

Содержание темы: Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Основные понятия и определения гидродинамики. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Гидродинамическое подобие.

Тема 5 Основные гидравлические параметры

Содержание темы: Характеристика ламинарного течения. Характеристика турбулентного течения. Уравнение Бернулли. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Истечение жидкости из отверстий резервуаров.

Тема 6 Обтекание жидкостью твердых тел

Содержание темы: Гидродинамические сопротивления. Гравитационное осаждение. Сопротивление слоя зернистого материала. Режимы движения потока через зернистые материалы. Гидродинамика псевдооживленных слоев.

Тема 7 Закономерности процессов фильтрации

Содержание темы: Физическая сущность процесса. Фильтрация суспензий под действием перепада давления. Центробежное фильтрование суспензий.

Раздел 3. Перемещение жидкостей и газов

Тема 8 Транспортирование жидкостей

Содержание темы: Область применения, параметры работы и классификация насосов. Поршневые насосы. Шестеренчатые насосы. Центробежные насосы.

Тема 9 Сжатие и транспортирование газов

Содержание темы: Область применения, параметры работы и классификация компрессоров. Термодинамика компрессорного процесса. Поршневые компрессоры. Винтовые компрессоры. Центробежные вентиляторы.

Раздел 4. Основы теплообменных процессов

Тема 10 Общая характеристика теплообменных процессов

Содержание темы: Основные понятия и определения. Основное уравнение теплопередачи. Средняя движущая сила теплообменных процессов.

Тема 11 Виды теплообменных процессов

Содержание темы: Передача тепла теплопроводностью. Передача тепла конвекцией. Передача тепла излучением. Подобие теплообменных процессов. Теплопередача через плоскую стенку.

Раздел 5. Теплообменные аппараты

Тема 12 Промышленные способы подвода и отвода тепла

Содержание темы: Классификация теплоносителей. Классификация теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые теплообменники. Аппараты с двойными стенками (рубашками).

Тема 13 Выпаривание

Содержание темы: Основные понятия и определения. Однокорпусное выпаривание. Многокорпусное выпаривание.

Раздел 6. Основы массообменных процессов

Тема 14 Общая характеристика массообменных процессов



Содержание темы: Основные понятия и определения. Классификация массообменных процессов. Равновесие и средняя движущая сила массообменных процессов. Подobie массообменных процессов.

Тема 15 Перегонка и ректификация

Содержание темы: Основные понятия и определения. Равновесие в системе «жидкость – пар». Основные расчетные зависимости

Тема 16 Сушка

Содержание темы: Основные понятия и определения. Физическая сущность процесса. Кинетика сушки. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс сушки.

Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

Тема 17 Массообменные аппараты и установки для процессов в системах «жидкость-пар».

Содержание темы: Простая перегонка. Ректификационные установки. Классификация и конструкция колонных аппаратов.

Тема 18 Сушильные установки

Содержание темы: Общая классификация сушилок. Туннельные сушилки. Барабанные сушилки. Сушилки с взвешенным слоем материала.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 4. Основы теплообменных процессов

Тема 10 Общая характеристика теплообменных процессов

Содержание практических занятий: Ознакомление с требованиями к курсовому проекту, распределение тем на курсовое проектирование. Разработка технологических схем для проведения процессов химической технологии.

Тема 11 Виды теплообменных процессов

Содержание практических занятий: Расчет физических и тепловых свойств жидкостей, газов и паров. Определение гидравлических сопротивлений установок и аппаратов.

Раздел 5. Теплообменные аппараты

Тема 12 Промышленные способы подвода и отвода тепла

Содержание практических занятий: Расчет и выбор оборудования для обеспечения жидкостных и газовых потоков в установках. Определение плотности теплового потока через плоские и цилиндрические стенки.

Тема 13 Выпаривание

Содержание практических занятий: Определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Расчет поверхности теплообмена и выбор теплообменных аппаратов.

Раздел 6. Основы массообменных процессов

Тема 14 Общая характеристика массообменных процессов

Содержание практических занятий: Расчет материального баланса процесса ректификации. Определение скорости пара и диаметра колонных аппаратов.

Тема 15 Перегонка и ректификация

Содержание практических занятий: Гидравлический расчет тарелок в колонных аппаратах. Определение флегмового числа и числа теоретических тарелок для проведения бинарной ректификации различных смесей.

Тема 16 Сушка

Содержание практических занятий: Тепловой расчет установок с колонными аппаратами. Расчет начальных параметров сушильного агента.

Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

Тема 17 Массообменные аппараты и установки для процессов в системах «жидкость-пар».

Содержание практических занятий: Определение конечных параметров сушильного агента. Определение температур мокрого термометра в начале и в конце процесса сушки

Тема 18 Сушильные установки

Содержание практических занятий: Определение основных размеров сушильного барабана. Расчет и выбор аппаратов для очистки отработанного сушильного агента. Защита курсовых проектов.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

- Раздел 1. Теоретические основы процессов химической технологии  
Тема 1 Основы изучения процессов и аппаратов химической технологии  
Содержание лабораторных занятий: Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с первой частью лабораторного курса дисциплины.  
Тема 2 Общие закономерности процессов химической технологии.  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 1 «Режимы движения жидкости».
- Раздел 2. Основы гидравлических процессов  
Тема 3 Общие сведения о гидравлике  
Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 1.  
Тема 4 Гидростатика и гидродинамика  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 2 «Гидравлические сопротивления».
- Тема 5 Основные гидравлические параметры  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 3 «Уравнение Бернулли».
- Тема 6 Обтекание жидкостью твердых тел  
Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторных работ 2 и 3.
- Тема 7 Закономерности процессов фильтрации  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 4 «Испытание расходомера типа трубы Вентури».
- Раздел 3. Перемещение жидкостей и газов  
Тема 8 Транспортирование жидкостей  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 5. «Ситовый анализ».
- Тема 9 Сжатие и транспортирование газов  
Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторных работ 4 и 5.
- Раздел 4. Основы теплообменных процессов  
Тема 10 Общая характеристика теплообменных процессов  
Содержание лабораторных занятий: Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление со второй частью лабораторного курса дисциплины.
- Тема 11 Виды теплообменных процессов  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 6. «Изучение процесса теплопередачи».
- Раздел 5. Теплообменные аппараты  
Тема 12 Промышленные способы подвода и отвода тепла  
Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 6.
- Тема 13 Выпаривание  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 7. «Исследование массообмена».
- Раздел 6. Основы массообменных процессов  
Тема 14 Общая характеристика массообменных процессов  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 8. «Исследование фракционной перегонки».
- Тема 15 Перегонка и ректификация  
Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторных работ 7 и 8.
- Тема 16 Сушка  
Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 9. «Конвективная сушка».
- Раздел 7. Массообменные процессы и аппараты

Тема 17 Массообменные аппараты и установки для процессов в системах «жидкость-пар».

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 10 «Ректификация».

Тема 18 Сушильные установки

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторных работ 9 и 10.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

**4-й семестр**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Основные понятия и определения ПАХТ;
2. Классификация процессов химической технологии;
3. Условия однозначности и виды подобия;
4. Инварианты подобия;
5. Теоремы подобия;
6. Законы сохранения субстанций;
7. Законы термодинамического равновесия;
8. Законы переноса субстанций.
9. Основные понятия и определения гидравлики;
10. Массовые силы, действующие на жидкость;
11. Объемные силы, действующие на жидкость;
12. Физические свойства жидкости.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
2. Давление жидкости на дно и стенки сосуда;
3. Основные понятия и определения гидродинамики;
4. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
5. Гидродинамическое подобие;
6. Характеристика ламинарного течения;
7. Характеристика турбулентного течения;
8. Уравнение Бернулли;
9. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов;
10. Истечение жидкости из отверстий резервуаров;
11. Гидродинамические сопротивления;
12. Гравитационное осаждение частиц;
13. Сопротивление слоя зернистого материала;
14. Режимы движения потока через зернистые материалы;
15. Гидродинамика псевдооживленных слоев.

#### **Рейтинг-контроль №3**

1. Физическая сущность процесса фильтрации;
2. Фильтрация суспензий под действием перепада давления;
3. Центробежное фильтрование суспензий;
4. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
5. Поршневые насосы;
6. Шестеренчатые насосы;

7. Центробежные насосы;
8. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
9. Термодинамика компрессорного процесса;
10. Поршневые компрессоры;
11. Винтовые компрессоры;
12. Центробежные вентиляторы.

### **5-й семестр**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
2. Основное уравнение теплопередачи;
3. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
4. Передача тепла теплопроводностью;
5. Теплопроводность через плоскую стенку;
6. Теплопроводность через цилиндрическую стенку;
7. Передача тепла конвекцией;
8. Передача тепла излучением;
9. Подобие теплообменных процессов;
10. Теплопередача через плоскую стенку;
11. Классификация теплоносителей;
12. Классификация теплообменных аппаратов;
13. Смесительные теплообменники;
14. Рекуперативные теплообменники;
15. Кожухотрубчатые теплообменники;
16. Аппараты с двойными стенками (рубашками).

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Основные понятия и определения процесса выпаривания;
2. Однокорпусное выпаривание;
3. Многокорпусное выпаривание;
4. Основные понятия и определения массообменных процессов;
5. Массоотдача и массопередача;
6. Классификация массообменных процессов;
7. Равновесие массообменных процессов;
8. Средняя движущая сила массообменных процессов;
9. Подобие массообменных процессов;
10. Основы расчета массообменных аппаратов;
11. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации;
12. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
13. Материальный и тепловой балансы ректификации;
14. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок.

#### **Рейтинг-контроль №3**

1. Простая перегонка и установки для ее проведения;
2. Ректификационные установки;
3. Классификация и конструкция колонных аппаратов;
4. Основные понятия и определения процесса сушки;
5. Физическая сущность процесса сушки;
6. Кинетика сушки;
7. Материальный баланс сушки;
8. Тепловой баланс сушки;
9. Общая классификация сушилок;

10. Способы подвода тепла и классификация сушильных агентов;
11. Основные параметры сушильных агентов и их определение;
12. Туннельные сушилки;
13. Барабанные сушилки;
14. Сушилки с взвешенным слоем материала.

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **Вопросы для подготовки к экзамену**

#### **форма обучения – очная, заочная (5 лет, 3,5 года)**

1. Основные понятия и определения ПАХТ;
2. Классификация процессов химической технологии;
3. Условия однозначности и виды подобия;
4. Инварианты подобия;
5. Теоремы подобия;
6. Законы сохранения субстанций;
7. Законы термодинамического равновесия;
8. Законы переноса субстанций.
9. Основные понятия и определения гидравлики;
10. Массовые силы, действующие на жидкость;
11. Объемные силы, действующие на жидкость;
12. Физические свойства жидкости.
13. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
14. Давление жидкости на дно и стенки сосуда;
15. Основные понятия и определения гидродинамики;
16. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
17. Гидродинамическое подобие;
18. Характеристика ламинарного течения;
19. Характеристика турбулентного течения;
20. Уравнение Бернулли;
21. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов;
22. Истечение жидкости из отверстий резервуаров;
23. Гидродинамические сопротивления;
24. Гравитационное осаждение частиц;
25. Сопротивление слоя зернистого материала;
26. Режимы движения потока через зернистые материалы;
27. Гидродинамика псевдооживленных слоев.
28. Физическая сущность процесса фильтрации;
29. Фильтрация суспензий под действием перепада давления;
30. Центробежное фильтрование суспензий;
31. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
32. Поршневые насосы;
33. Шестеренчатые насосы;
34. Центробежные насосы;
35. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
36. Термодинамика компрессорного процесса;
37. Поршневые компрессоры;
38. Винтовые компрессоры;
39. Центробежные вентиляторы.

#### **форма обучения – заочная (3 года)**

1. Основные понятия и определения ПАХТ;
2. Классификация процессов химической технологии;

3. Условия однозначности и виды подобия;
4. Инварианты подобия;
5. Законы сохранения субстанций;
6. Законы термодинамического равновесия;
7. Законы переноса субстанций;
8. Основные понятия и определения гидравлики;
9. Массовые (объемные) силы, действующие на жидкость;
10. Поверхностные силы, действующие на жидкость;
11. Физические свойства жидкости;
12. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля;
13. Основные понятия и определения гидродинамики;
14. Уравнение неразрывности (сплошности) потока;
15. Гидродинамическое подобие;
16. Характеристика ламинарного течения;
17. Характеристика турбулентного течения;
18. Уравнение Бернулли;
19. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов;
20. Гидродинамические сопротивления;
21. Гравитационное осаждение;
22. Сопротивление слоя зернистого материала;
23. Режимы движения потока через зернистые материалы;
24. Гидродинамика псевдооживленных слоев;
25. Физическая сущность процесса фильтрования;
26. Фильтрование суспензий под действием перепада давления;
27. Центробежное фильтрование суспензий;
28. Область применения, параметры работы и классификация насосов;
29. Поршневые насосы;
30. Шестеренчатые насосы;
31. Центробежные насосы;
32. Область применения, параметры работы и классификация компрессоров;
33. Поршневые компрессоры;
34. Винтовые компрессоры;
35. Центробежные вентиляторы;
36. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
37. Основное уравнение теплопередачи;
38. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
39. Теплопроводность и теплопередача;
40. Передача тепла конвекцией;
41. Передача тепла излучением;
42. Подобие теплообменных процессов;
43. Классификация теплоносителей;
44. Классификация теплообменных аппаратов;
45. Кожухотрубчатые теплообменники;
46. Аппараты с двойными стенками (рубашками);
47. Основные понятия и определения выпаривания;
48. Однокорпусное выпаривание;
49. Многокорпусное выпаривание;
50. Основные понятия и определения массообменных процессов;
51. Классификация массообменных процессов;
52. Равновесие и средняя движущая сила массообменных процессов;
53. Подобие массообменных процессов;
54. Основные понятия и определения перегонки;



55. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
56. Простая перегонка;
57. Ректификационные установки;
58. Классификация и конструкция ректификационных колонн;
59. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок;
60. Основные понятия и определения сушки;
61. Физическая сущность процесса сушки;
62. Кинетика сушки;
63. Общая классификация сушилок.

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

##### **форма обучения – очная, заочная (5 лет, 3,5 года)**

1. Основные понятия и определения теплообменных процессов;
2. Основное уравнение теплопередачи;
3. Средняя движущая сила теплообменных процессов;
4. Передача тепла теплопроводностью;
5. Теплопроводность через плоскую стенку;
6. Теплопроводность через цилиндрическую стенку;
7. Передача тепла конвекцией;
8. Передача тепла излучением;
9. Подобие теплообменных процессов;
10. Теплопередача через плоскую стенку;
11. Классификация теплоносителей;
12. Классификация теплообменных аппаратов;
13. Смесительные теплообменники;
14. Рекуперативные теплообменники;
15. Кожухотрубчатые теплообменники;
16. Аппараты с двойными стенками (рубашками);
17. Основные понятия и определения процесса выпаривания;
18. Однокорпусное выпаривание;
19. Многокорпусное выпаривание;
20. Основные понятия и определения массообменных процессов;
21. Массоотдача и массопередача;
22. Классификация массообменных процессов;
23. Равновесие массообменных процессов;
24. Средняя движущая сила массообменных процессов;
25. Подобие массообменных процессов;
26. Основы расчета массообменных аппаратов;
27. Основные понятия и определения процессов перегонки и ректификации;
28. Равновесие в системе «жидкость – пар»;
29. Материальный и тепловой балансы ректификации;
30. Определение рабочего флегмового числа и числа теоретических тарелок;
31. Простая перегонка и установки для ее проведения;
32. Ректификационные установки;
33. Классификация и конструкция колонных аппаратов;
34. Основные понятия и определения процесса сушки;
35. Физическая сущность процесса сушки;
36. Кинетика сушки;
37. Материальный баланс сушки;
38. Тепловой баланс сушки;
39. Общая классификация сушилок;

40. Способы подвода тепла и классификация сушильных агентов;
41. Основные параметры сушильных агентов и их определение;
42. Туннельные сушилки;
43. Барабанные сушилки;
44. Сушилки с взвешенным слоем материала.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов заключается в самостоятельном изучении вопросов, входящих в состав теоретического курса дисциплины, подготовке к выполнению и защите лабораторных работ, обработке экспериментальных данных, подготовке к практическим занятиям и решению задач на них, в разработке курсовых проектов и подготовке к их защите, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточным аттестациям.

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, доступной в библиотеке и электронном зале ВлГУ, Интернет-ресурсами, а также учебно-методическими комплексами, доступными на кафедре «Химические технологии».

Курсовые проекты выполняются по следующим темам:

- Расчет барабанной сушильной установки;
- Расчет теплообменника (дефлегматора);
- Расчет ректификационной установки;
- Расчет насадочного абсорбера для очистки воздуха.

Темы курсовых проектов и исходные данные к ним согласовываются с руководителем и ведущим преподавателем.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Фролов В.Ф., Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии", учебное издание, Химиздат	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083042.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083042.html</a>
2. Липин А.Г., Расчет теплообменных аппаратов, учебное пособие, изд-во ИГХТУ	2016	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_004.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_004.html</a>
3. Зуйков А. Л., Гидравлика: в 2 т. Т. 1. Основы механики жидкости, учебник, Изд-во МИСИ-МГСУ	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726416649.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726416649.html</a>
4. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. Массообменные процессы химической технологии, учеб. пособие, Химиздат	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082892.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082892.html</a>
5. Мирам А.О., Техническая термодинамика. Тепломассообмен, учебное издание, АСВ	2017	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938418.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938418.html</a>
Дополнительная литература		
1. Самарин О.Д., Гидравлические расчеты инженерных систем, справоч. Пособие, издательство Ассоциации строительных вузов	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html</a>
2. Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М., Основы гидравлики и теплотехники, учебное издание, АСВ	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300218.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300218.html</a>
3. Сайритдинов С.Ш., Основы гидравлики, учебник для вузов, АСВ	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300263.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300263.html</a>
4. Ягов В.В., Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях, учебное пособие для вузов, издательский дом МЭИ	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI220.html">http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI220.html</a>



5. Лахмаков В.С., Основы теплотехники и гидравлики, учеб. пособие, РИПО	2015	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855034774.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855034774.html</a>
---	------	---

### **6.2. Периодические издания**

1. Теоретические основы химической технологии, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, г. Москва;
2. Химическая технология, ООО «Наука и технологии», г. Москва;
3. РЖ 19. Химия. 19И. Общие вопросы химической технологии, ООО «НТИ-Компакт», г. Москва;
4. Химия и химическая технология, Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент;
5. Известия вузов. Химия и химическая технология, Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново;
6. Химическая промышленность, ООО «ТЕЗА», г. Санкт-Петербург;
7. Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия Реология, процессы и аппараты химической технологии, г. Волгоград.

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
2. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>
3. <http://www.thesa.ru>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа с наличием мультимедийных средств. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории по процессам и аппаратам химической технологии.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения Windows 7 Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

Рабочую программу составил Пикалов Е.С., доцент каф. ХТ

(ФИО, должность, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) ООО «Альфасистемы», ген. директор, Потапов Д.А.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой Панов Ю.Т.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии Панов Ю.Т., зав.кафедрой ХТ

(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_