

**Компонент ОПОП «Водоснабжение и водоотведение населенных пунктов»**  
наименование ОПОП

**Б1.О.16**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Процессы и аппараты водоподготовки и очистки сточных  
вод**

---

Разработчик (и):  
Федорова О.А.  
ФИО  
директор ИАТ  
должность

канд.техн.наук,  
доцент  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
Строительства, энергетики и транспорта  
наименование кафедры

протокол №13 от 04.07.2022 г.

Заведующий кафедрой строительства,  
энергетики и транспорта

  
\_\_\_\_\_

подпись

Челтыбашев А. А.  
ФИО

**Мурманск**  
**2022**

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ИД-Зопк-1 Описывает физико-химические основы процессов водоснабжения и водоотведения	<b>Знать:</b> основы технической гидравлики, физико-химические основы водоподготовки и водоотведения <b>Уметь:</b> применять знания для расчетов аппаратов <b>Владеть:</b> приемами и методами расчета процессов водоподготовки и очистки сточных вод

2. **Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Основы технической гидравлики.** Основные уравнения гидростатики. Практическое применение основного закона гидростатики. Общие положения гидродинамики. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. Критериальные уравнения движения жидкостей. Расчет трубопроводов и газопроводов. Истечение жидкостей через отверстия, насадки и водосливы. Пленочное течение жидкостей. Образование и движение газовых и жидких капель. Гидравлические расчеты аппаратов

**Тема 2. Теоретические основы процессов осаждения в гравитационном поле и под действием центробежных сил. Перемешивание.** Гетерогенные системы. Их основные характеристики. Материальный баланс разделения и образования гетерогенных систем. Процесс осаждения. Теоретические основы осаждения под действием гравитационной силы: вывод уравнения скорости осаждения, режимы осаждения частиц, методы Стокса и Лященко. Учет влияния формы частиц и концентрации дисперсной фазы на скорость осаждения. Теоретические основы осаждения под действием центробежной силы. Фактор разделения. Расчет скорости и времени осаждения частиц под действием центробежной силы. Процесс перемешивания в жидкой среде. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания.

**Тема 3. Теоретические основы процессов фильтрации и псевдооживления.** Процесс фильтрации. Виды фильтрации: с закупориванием пор фильтра и с образованием осадка. Закономерности фильтрации в гравитационном поле. Сжимаемые и несжимаемые осадки и перегородки. Закономерности центробежного фильтрации. Расчет времени фильтрации и промывки фильтров. Мембранные процессы (обратный осмос, ультрафильтрация). Сущность процесса мембранного разделения смесей. Проницаемость и селективность. Физические основы обратного осмоса и ультрафильтрации. Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения смесей. Процесс псевдооживления твердого зернистого материала. Основные закономерности псевдооживления. Кривые псевдооживления. Расчет скорости псевдооживления и скорости витания. Типы псевдооживленных слоев.

**Тема 4. Теоретические основы массопередачи.** Виды массообменных процессов,

основное кинетическое уравнение массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов и их движущая сила. Модифицированные уравнения массопередачи. Число единиц переноса и высота единицы переноса. Основные законы массопередачи: первый и второй законы Фика, закон массоотдачи, закон массопроводности. Уравнения подобия конвективной диффузии. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Процесс адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Характеристика адсорбентов и их виды. Основные промышленные адсорбенты: активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты. Равновесие в процессах адсорбции. Влияние различных факторов на процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Кинетика процесса адсорбции. Принципиальные схемы адсорбции. Сушка. Равновесие в процессах сушки. I – d диаграмма Л.К. Рамзина. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс сушилки. Изображение процессов на диаграмме Рамзина. Кинетика сушки.

**Тема 5. Теоретические основы химических процессов.** Нейтрализация. Окисление, восстановление. Озонирование, хлорирование.

**Тема 6. Теоретические основы биохимических процессов.** Аэробные и анаэробные процессы. Биохимическая сущность аэробных и анаэробных процессов и микробальное обеспечение протекания биологических процессов очистки сточных вод.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению практических работ и РГР представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)**

#### **Основная литература:**

1. Фролов В.Ф. *Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»* [Электронный ресурс]/ Фролов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020.— 608 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97816.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Романков П.Г. *Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи)* [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург:

ХИМИЗДАТ, 2020.— 544 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/97815.html>.— ЭБС «IPRbooks»

#### **Дополнительная литература:**

3. Цабилев О.В. Баромембранные технологии деминерализации в процессах водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Цабилев О.В., Степанов С.В., Степанов А.С.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020.— 146 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/105004.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.3. Массообменные процессы и аппараты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гужель Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Амурский государственный университет, 2020.— 145 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/103908.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Гужель Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.1. Гидромеханические процессы и аппараты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гужель Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— Благовещенск: Амурский государственный университет, 2019.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/103906.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Козадерова О.А. Мембранные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Козадерова О.А., Ким К.Б., Нифталиев С.И.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95371.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Буринский С.В. Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буринский С.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/102554.html>.— ЭБС «IPRbooks»

#### **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1) *Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»*  
- URL: <http://window.edu.ru>

#### **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*

2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

#### **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

### 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1- Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов	
									2/1	3/2		
Лекции									4			4
Практические занятия									2	2		4
Самостоятельная работа									66	66		132
Подготовка к промежуточной аттестации										4		4
<b>Всего часов по дисциплине</b>									<b>72</b>	<b>72</b>		<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки												

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Зачет/зачет оценкой										-/1		-/1
Количество расчетно-графических работ										1		1

#### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Заочная форма
1	Расчет гидромеханических процессов
2	Расчет массообменных процессов