

**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 биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
И.И. Смирнова  
« 20 » г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДООЧИСТКИ**

**направление подготовки / специальность**

04.03.01 Химия

**направленность (профиль) подготовки**

Химический анализ, химическая и экологическая экспертиза объектов окружающей среды

г. Владимир

2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты водоподготовки и водоочистки» является формирование у студентов знаний и умений в области основных методов и закономерностей механических, физических и физико-химических процессов, а также аппаратов и сооружений, применяемых для водоподготовки и водоочистки.

Задачи:

- получение базовых знаний о механических, физических и физико-химических процессах, лежащих в основе водоподготовки и водоочистке;
- получение базовых знаний о конструкции и принципах работы оборудования, установок, аппаратов и сооружений для водоподготовки и водоочистки;
- приобретение практических навыков по выбору оптимального оборудования и параметров его работы для проведения процессов по водоподготовке и водоочистке.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты водоподготовки и водоочистки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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	
ПК4 Способен разрабатывать методики физико-химических методов анализа растворов, материалов и иных объектов в соответствии с требованиями технологической документации	ПК-4.1 Знает стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам исследований и разработок ПК-4.2 Умеет выбирать методы, инструменты и оборудование для проведения химического анализа ПК-4.3 Владеет современными методами проведения экспериментов и наблюдений в области	Знает – основные загрязнители природных и сточных вод; основные методы, аппараты и сооружения, применяемые для водоочистки и водоподготовки; Умеет – определять источники и виды загрязнений воды; выбирать методы, аппараты и сооружения для водоподготовки и водоочистки в зависимости от состава воды и дальнейшего использования воды; Владеет – методами выбора методов,	Тестовые вопросы, Отчет по практической подготовке

	профессиональной деятельности	аппаратов и сооружений; методами контроля и оценки параметров процессов водоочистки и водоподготовки	
--	-------------------------------	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

##### 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 водоподготовки и водоочистки	7	1-3	6		4	2		
3	Аппараты и сооружения для физико-механической очистки	7	4-10	14		10	4	1-й рейтинг-контроль	
5	Аппараты и сооружения для физико-химической очистки	7	14-18	16		10	4	3-й рейтинг-контроль	
Всего за 7 семестр:				36		36		зачет с оценкой	
Наличие в дисциплине КП/КР								-	
Итого по дисциплине				36		36		зачет с оценкой	

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Теоретические основы водоподготовки и водоочистки

Тема 1 Основные понятия и определения

Содержание темы: Цели и задачи водоочистки и водоподготовки. Показатели качества воды. Нормирование уровня загрязнений воды.

Тема 2 Основные загрязнители воды и их характеристика

Содержание темы: Источники и виды загрязнений воды. Характеристика механических загрязнителей. Характеристика химических загрязнителей воды.

Тема 3 Обзор методов водоочистки и водоподготовки

Содержание темы: Классификация методов водоочистки и водоподготовки. Характеристика основных физико-механических методов. Характеристика основных физико-химических методов.

Раздел 2. Аппараты и сооружения для физико-механической очистки

Тема 4 Первичная обработка сточных вод

Содержание темы: Усреднение. Процеживание. Удаление крупнодисперсных примесей

Тема 5 Аппараты и сооружения для отстаивания

Содержание темы: Назначение и классификация отстойников. Первичные отстойники. Отстойники для разделения суспензий и эмульсий. Тонкослойные отстойники.

Тема 6 Центробежные осадители

Содержание темы: Гидроциклоны. Отстойные центрифуги. Тарельчатые сепараторы.

Тема 7 Аппараты для фильтрования

Содержание темы: Конструкция и классификация фильтров. Фильтрующие центрифуги.

Тема 8 Аппараты и установки для выпаривания и кристаллизации

Содержание темы: Классификация и принцип действия выпарных аппаратов. Классификация и принцип действия кристаллизаторов. Однокорпусные и многокорпусные установки.

Тема 9 Колонные аппараты для водоподготовки и водоочистки

Содержание темы: Насадочные колонны. Классификация и характеристика насадок и их элементов. Тарельчатые колонны. Классификация и характеристика тарелок.

Тема 10 Установки для перегонки и ректификации

Содержание темы: Установки для простой перегонки. Установки для ректификации бинарных смесей.

Раздел 3. Аппараты и сооружения для физико-химической очистки

Тема 11 Аппараты с интенсивной очисткой

Содержание темы: Установки для коагуляции и флокуляции. Флотационные установки.

Тема 12 Аппараты для ионного обмена

Содержание темы: Ионитные фильтры. Ионообменные колонны.

Тема 13 Аппараты для жидкостной экстракции

Содержание темы: Классификация экстракторов. Смесительно-отстойные экстракторы. Колонные экстракторы.

Тема 14 Аппараты для химической очистки

Содержание темы: Установки для химической нейтрализации. Установки для химического окисления.

Тема 15 Аппараты для аэробной очистки

Содержание темы: Биопруды. Аэротенки. Окситенки. Биотенки. Биофильтры.

Тема 16 Аппараты для анаэробной очистки

Содержание темы: Септиктенки. Двухъярусные отстойники. Метантенки.

Тема 17 Мембранные аппараты. Часть 1

Содержание темы: Классификация мембранных аппаратов. Аппараты с плоскокамерными (плоскорамными) элементами. Аппараты с трубчатыми элементами.

Тема 18 Мембранные аппараты. Часть 2

Содержание темы: Аппараты с рулонными элементами. Аппараты с полыми волокнами. Электродиализаторы.

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

Раздел 1. Теоретические основы водоподготовки и водоочистки

Тема 1 Основные понятия и определения

Содержание лабораторных занятий: Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины.

Тема 2 Основные загрязнители воды и их характеристика

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 1 «Режимы движения жидкости»

Тема 3 Обзор методов водоочистки и водоподготовки

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 1

Раздел 2. Аппараты и сооружения для физико-механической очистки

Тема 4 Первичная обработка сточных вод

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 2 «Гидравлические сопротивления»

Тема 5 Аппараты и сооружения для отстаивания

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 2

Тема 6 Центробежные осадители

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 3 «Уравнение Бернулли»

Тема 7 Аппараты для фильтрования

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 3

Тема 8 Аппараты и установки для выпаривания и кристаллизации

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 4 «Испытание расходомера типа трубы Вентури»

Тема 9 Колонные аппараты для водоподготовки и водоочистки

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 4

Тема 10 Установки для перегонки и ректификации

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 5 «Изучение процесса теплопередачи»

Раздел 3. Аппараты и сооружения для физико-химической очистки

Тема 11 Аппараты с интенсивной очисткой

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 5

Тема 12 Аппараты для ионного обмена

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 6 «Изучение процесса отстаивания сточных вод»

Тема 13 Аппараты для жидкостной экстракции

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 6

Тема 14 Аппараты для химической очистки

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 7 «Изучение интенсификации отстаивания сточных вод»

Тема 15 Аппараты для аэробной очистки

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 7

Тема 16 Аппараты для анаэробной очистки

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа 8 «Изучение процесса фильтрации сточных вод»

Тема 17 Мембранные аппараты. Часть 1

Содержание лабораторных занятий: Защита лабораторной работы 8

Тема 18 Мембранные аппараты. Часть 2

## **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**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Цели и задачи водоочистки и водоподготовки;
2. Показатели качества воды;
3. Нормирование уровня загрязнений воды;
4. Источники и виды загрязнений воды;
5. Характеристика механических загрязнителей;
6. Характеристика химических загрязнителей воды;
7. Классификация методов водоочистки и водоподготовки;
8. Характеристика основных физико-механических методов;
9. Характеристика основных физико-химических методов;
10. Обтекание потоком твердых тел;
11. Гидродинамика зернистых слоев;
12. Физическая сущность процесса фильтрации;
13. Фильтрация суспензий под действием перепада давлений;
14. Центробежное фильтрование суспензий;
15. Общие сведения о выпаривании и кристаллизации;
16. Общие сведения о перегонке и ректификации;
17. Усреднение сточных вод;
18. Процеживание сточных вод;
19. Удаление крупнодисперсных примесей;
20. Назначение и классификация отстойников;
21. Первичные отстойники;
22. Отстойники для разделения суспензий и эмульсий;
23. Тонкослойные отстойники;
24. Гидроциклоны;
25. Отстойные центрифуги;
26. Тарельчатые сепараторы.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Конструкция и классификация фильтров;
2. Фильтрующие центрифуги;
3. Классификация и принцип действия выпарных аппаратов;
4. Классификация и принцип действия кристаллизаторов;
5. Однокорпусные и многокорпусные установки для выпаривания и кристаллизации;
6. Насадочные колонны;
7. Классификация и характеристика насадок и их элементов;
8. Тарельчатые колонны;
9. Классификация и характеристика тарелок;
10. Установки для простой перегонки;
11. Установки для ректификации бинарных смесей;
12. Инерционное осаждение частиц;
13. Центробежное осаждение частиц;

14. Коагуляция и флокуляция, применяемые реагенты;
15. Флотация;
16. Основные понятия и определения сорбционных процессов;
17. Закономерности ионного обмена;
18. Классификация и характеристика ионитов;
19. Основные понятия и определения жидкостной экстракции;
20. Равновесие в системе «жидкость – жидкость»;
21. Промышленные экстрагенты;
22. Основные понятия и определения мембранных процессов;
23. Классификация мембранных процессов;
24. Классификация мембран;
25. Физическая сущность процесса мембранного разделения;
26. Факторы, влияющие на мембранные процессы;
27. Регенерация мембран.

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Закономерности химических нейтрализации и окисления;
2. Общие сведения о биологической очистке;
3. Установки для коагуляции и флокуляции;
4. Флотационные установки;
5. Ионитные фильтры;
6. Ионообменные колонны;
7. Классификация экстракторов;
8. Смесительно-отстойные экстракторы;
9. Колонные экстракторы;
10. Установки для химической нейтрализации;
11. Установки для химического окисления;
12. Биопруды;
13. Аэротенки;
14. Окситенки;
15. Биотенки;
16. Биофильтры;
17. Септиктенки;
18. Двухрусные отстойники;
19. Метантенки;
20. Классификация мембранных аппаратов;
21. Аппараты с плоскокамерными (плоскорамными) элементами;
22. Аппараты с трубчатыми элементами;
23. Аппараты с рулонными элементами;
24. Аппараты с полыми волокнами;
25. Электродиализаторы.

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

### **Вопросы для подготовки к зачету с оценкой**

1. Цели и задачи водоочистки и водоподготовки;
2. Показатели качества воды;
3. Нормирование уровня загрязнений воды;
4. Источники и виды загрязнений воды;
5. Характеристика механических загрязнителей;
6. Характеристика химических загрязнителей воды;
7. Классификация методов водоочистки и водоподготовки;
8. Характеристика основных физико-механических методов;

9. Характеристика основных физико-химических методов;
10. Обтекание потоком твердых тел;
11. Гидродинамика зернистых слоев;
12. Физическая сущность процесса фильтрации;
13. Фильтрование суспензий под действием перепада давлений;
14. Центробежное фильтрование суспензий;
15. Общие сведения о выпаривании и кристаллизации;
16. Общие сведения о перегонке и ректификации;
17. Усреднение сточных вод;
18. Процеживание сточных вод;
19. Удаление крупнодисперсных примесей;
20. Назначение и классификация отстойников;
21. Первичные отстойники;
22. Отстойники для разделения суспензий и эмульсий;
23. Тонкослойные отстойники;
24. Гидроциклоны;
25. Отстойные центрифуги;
26. Тарельчатые сепараторы;
27. Конструкция и классификация фильтров;
28. Фильтрующие центрифуги;
29. Классификация и принцип действия выпарных аппаратов;
30. Классификация и принцип действия кристаллизаторов;
31. Однокорпусные и многокорпусные установки для выпаривания и кристаллизации;
32. Насадочные колонны;
33. Классификация и характеристика насадок и их элементов;
34. Тарельчатые колонны;
35. Классификация и характеристика тарелок;
36. Установки для простой перегонки;
37. Установки для ректификации бинарных смесей;
38. Инерционное осаждение частиц;
39. Центробежное осаждение частиц;
40. Коагуляция и флокуляция, применяемые реагенты;
41. Флотация;
42. Основные понятия и определения сорбционных процессов;
43. Закономерности ионного обмена;
44. Классификация и характеристика ионитов;
45. Основные понятия и определения жидкостной экстракции;
46. Равновесие в системе «жидкость – жидкость»;
47. Промышленные экстрагенты;
48. Основные понятия и определения мембранных процессов;
49. Классификация мембранных процессов;
50. Классификация мембран;
51. Физическая сущность процесса мембранного разделения;
52. Факторы, влияющие на мембранные процессы;
53. Регенерация мембран;
54. Закономерности химических нейтрализации и окисления;
55. Общие сведения о биологической очистке;
56. Установки для коагуляции и флокуляции;
57. Флотационные установки;
58. Ионитные фильтры;
59. Ионообменные колонны;
60. Классификация экстракторов;



61. Смесительно-отстойные экстракторы;
62. Колонные экстракторы;
63. Установки для химической нейтрализации;
64. Установки для химического окисления;
65. Биопруды;
66. Аэротенки;
67. Окситенки;
68. Биотенки;
69. Биофильтры;
70. Септиктенки;
71. Двухъярусные отстойники;
72. Метантенки;
73. Классификация мембранных аппаратов;
74. Аппараты с плоскокамерными (плоскорамными) элементами;
75. Аппараты с трубчатыми элементами;
76. Аппараты с рулонными элементами;
77. Аппараты с полыми волокнами;
78. Электродиализаторы.

### 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, а также в подготовке к текущему контролю знаний и промежуточным аттестациям.

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

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. Ксенофонов Б.С., Водоподготовка и водоотведение, учеб. пособие, ИНФРА_М	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=356245">https://znanium.com/catalog/document?id=356245</a>
2. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р., Ветошкин А.Г., Технология защиты окружающей среды (теоретические основы), учебное пособие, ИНФРА-М	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=367653">https://znanium.com/catalog/document?id=367653</a>
3. Таранцева К.Р., Таранцев К.В., Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды, учеб. пособие, ИНФРА-М	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=367311">https://znanium.com/catalog/document?id=367311</a>
4. Карманов А.П., Полина И.Н., Технология очистки сточных вод, учеб. пособие, Инфра-Инженерия	2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/108688">https://e.lanbook.com/book/108688</a>
5. Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Липунов И.Н., Физико-химические основы процессов очистки воды, учеб. пособие, Флинта, изд-во Урал. ун-та	2017	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=304193">https://znanium.com/catalog/document?id=304193</a>
Дополнительная литература		
1. Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л., Цыба А.А., Очистка и утилизация поверхностных сточных вод, учебное издание, АСВ	2021	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785432303639.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785432303639.html</a>

2. Чудновский С.М., Улучшение качества природных вод, учеб. пособие, Инфра-Инженерия	2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785972901647.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785972901647.html</a>
3. Пискунов В.М., Муратов О.Э., Водоподготовка, учеб. пособие, ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М	2016	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=109736">https://znanium.com/catalog/document?id=109736</a>
4. Фирсова Л.Ю., Системы защиты среды обитания. Схемы, сооружения и аппараты для очистки газовых выбросов и сточных вод, учеб. пособие, Форум: НИЦ Инфра-М	2013	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367411</a>
5. Ветошкин А.Г., Процессы и аппараты защиты окружающей среды, учебное пособие для вузов, Абрис	2012	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785437200322.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785437200322.html</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Вода и экология: проблемы и решения, ЗАО «Водопроект-Гипрокоммуводоканал», г. Санкт-Петербург;
2. Экология и промышленность России, ООО «Калвис», г. Москва;
3. Экология промышленного производства, ФГУП «ВИМИ», г. Москва;
4. Охрана окружающей среды и природопользование, ООО "Центр обеспечения экологического контроля", г. Санкт-Петербург;

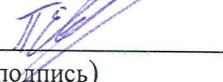
## 6.3. Интернет-ресурсы


1. <http://www.ecoindustry.ru>
2. <http://ecology-education.ru>
3. <http://sprav-ekob.ru>

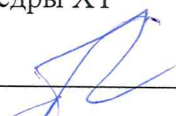
## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


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 № 10 от 21.06.2021 года  
Заведующий кафедрой Панов Ю.Т.   
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 «Химия».  
Протокол № 10 от 25.06.2021 года  
Председатель комиссии Кухтин Б.А., зав.кафедрой химии   
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 14 от 23.06.2022 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 \_\_\_\_\_