

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Технология водоподготовки и очистки сточных вод»

**Направление подготовки/специальность**

18.03.01 «Химическая технология»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Балаково

### **Цель освоения дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является рассмотрение современного технологий и проблем процессов очистки природной воды для водоснабжения, технологических нужд и очистки сточных вод; получение знания по основным направлениям совершенствования технологий водоподготовки.

Задачи изучения дисциплины: приобретение будущим специалистом необходимых базовых знаний по дисциплине и практических навыков, необходимых для применения их в профессиональной деятельности.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001. Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004. Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

«Технология водоподготовки и очистки сточных вод» - обязательная дисциплина для подготовки выпускников к выполнению профессиональной деятельности после окончания института.

В рамках изучения дисциплины формируются представления принципов и методов водоподготовки и водоочистки; такие трудовые функции, как проведение определения и оценки качества воды; расчетов количества необходимых реагентов, оборудования для водоочистки; определение эффективности очистки сточных вод.

Дисциплина базируется на знании студентами следующих дисциплин:

- общая и неорганическая химия;
- аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- органическая химия;
- физика.
- математика;
- информатика.

Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Технология водоподготовки и очистки сточных вод», должны быть использованы в процессе изучения последующих дисциплин: общая химическая технология, экология, технология водоподготовки и водоочистка.

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства;
- D/01.6. Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов;

- А/01.6. Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

– профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства
ПК-7	способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	З-ПК-7 Знать технологии и системы экологического менеджмента при проведении испытаний с использованием технических средств У-ПК-7 Уметь выполнять работы по сбору и накоплению данных при разработке технологических процессов В-ПК-7 Владеть навыками выбора технических устройств и технологий с учетом экологических последствий их применения для подготовки проекта плана мероприятий по использованию сырья в дополнительных производственных целях

### **Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое	1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специа-

		профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	листами предприятий города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в научных изданиях
Профессиональное воспитание	формирования профессиональной ответственности в области технологии водоподготовки и очистки сточных вод (В34);	1. Использование для формирования чувства личной ответственности в области технологии катализаторов и адсорбентов воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин: Технология водоподготовки и очистки сточных вод; 2. Развитие навыков творческого мышления путем содействия и поддержки участия студентов в научно-практических мероприятиях внутри-вузовского регионального и/или всероссийского уровня в сфере химических технологий.	1. Организация и проведение научно-практических конференций, по вопросам профессиональной деятельности 2. Участие в студенческих конкурсах научных проектов, творческих мероприятиях, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills. 3. Участие в подготовке публикаций в периодических научных изданиях;

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 6-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 единицы, 144 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1-2	Раздел 1. Использование воды в промышленности	40	4		6	30	Т-1 (письменно)	20

2	3-5	Раздел 2. Водоподготовка	60	8		20	32	Т-2 (письменно)	20
3	6-7	Раздел 3. Методы очистки сточных вод	44	4		6	34	Т-2 (письменно)	20
Вид промежуточной аттестации			144	16		32	96	3 (оц)	40

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
3 (оц)	Зачет с оценкой

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. <b>Использование воды в промышленности</b> 1. Вода 2. Направления использования воды в промышленности 3. Требования к качеству воды 4. Создание водооборотных циклов	2	1-5
Лекция 2. <b>Классификация и показатели качества</b> 1. Виды классификация природных вод и характеристика примесей 2. Показатели качества чистой воды. Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, сухой остаток, прокаленный остаток.	2	1-5
Лекция 3 <b>Методы водоподготовки</b> 1. Основные методы водоподготовки 2. Классификация методов водоочистки и их сущность.	2	1-5
Лекция 4. <b>Механическая очистка воды.</b> 1. Осветление. 2. Коагулирование. 3. Флокуляция. 4. Фильтрация. 5. Оборудование для механической очистки	2	1-5
Лекция 5. <b>Методы умягчения воды.</b> 1. Термический метод умягчения воды. 2. Реагентные методы умягчения воды. 3. Метод ионного обмена. 4. Мембранные технологии. 5. Дегазация 6. Обеззараживание воды. 7. Обессоливание воды дистилляцией.	4	1-5
Лекция 6. <b>Очистка сточных вод промышленных предприятий</b> 1. Источники загрязнений. 2. Состав сточных вод. 3. Классификация сточных вод 4. Очистка сточных вод промышленных предприятий.	2	1-5
Лекция 7. <b>Основные методы очистки сточных вод:</b> 1. Очистка от суспензионных и эмульгированных примесей. 2. Очистка от растворенных примесей	2	1-5,6

## Перечень практических работ

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Определение жесткости	4	1-5
Определение щелочности воды	2	1-5
Расчет концентрации и дозы коагулянта	4	1-5
Расчет осветительного (механического фильтра)	4	1-5
Расчет реагентов для умягчения воды	4	1-5
Определение обменной емкости катионитов. Расчет катионитных фильтров.	8	1-5
Определение концентрации взвешенных частиц в сточных водах	2	1-5
Определение эффективности очистки сточных вод	4	1-5,6

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Использование воды в промышленности</b> Использование воды на различных предприятиях. Основные направления научно-технического прогресса в области охраны водных ресурсов	8	1-5
<b>Показатели качества</b> Использование современных методов для определения качества воды	22	1-5
<b>Методы водоподготовки</b> Физические методы дистилляции Современные методы водоподготовки. Ультрафильтрация.	16	1-5
<b>Механическая очистка</b> Оборудование для механической очистки. Одно-и двухэтажные отстойники. Гидроциклоны. Центрифугирование. Электрохимическая коагуляция.	10	1-5
<b>Умягчение.</b> Современные ионообменные смолы. Оборудование для нанофильтрации и обратного осмоса. Электромагнитный умягчитель воды.	4	1-5
<b>Очистка сточных вод промышленных предприятий.</b> Очистка сточных вод химических предприятий. Регенерационные методы. Очистка сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах.	16	1-6
<b>Основные методы очистки сточных вод.</b> Очистка замораживанием, радиоционное окисление. Устранение или уничтожение примесей. Очистка от газов. Переработка стоков многоступенчатым разделением. Электрохимическая очистка сточных вод. Биохимическая очистка сточных вод.	18	1-6

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса «Технология водоподготовки и очистки сточных вод», используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом

является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### **Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Раздел 1- Использование воды в промышленности	ПК-2, ПК-7	Собеседование (устно) Тест-1 (письменно)
3	Раздел 2 - Водоподготовка	ПК-2, ПК-7	Собеседование (устно) Тест-2 (письменно)
4	Раздел 3. Методы очистки сточных вод	ПК-2, ПК-7	Собеседование (устно) Тест- 3 (письменно)
		Промежуточная аттестация	
	Зачет с оценкой	ПК-2, ПК-7	Вопросы к зачету (устно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

## **Перечень вопросов входного контроля**

1. Использование воды в промышленности
2. Классификация вод
3. Жесткость воды, ее виды.
4. Методы устранения жесткости воды
5. Механическая очистка воды
6. Коагулянты
7. Ионитный метод умягчения воды
8. Обеззараживание воды.
9. Сточные воды.
10. Очистка сточных вод

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на практических занятиях,

### **Вопросы для собеседования**

#### **Раздел 1**

- 1.Использование воды в промышленности
- 2.Использование воды в химической промышленности
- 3.Классификация природных вод
- 4.Классификация вод по целевому назначению.
- 5.Характеристика примесей
- 6.Показатели качества чистой воды
- 7.Жесткость воды
- 8.Методы определения химических показателей воды
9. В 1 л воды содержится ионов магния 36,47 мг и ионов кальция 50,1 мг. Чему равна жесткость этой воды?
- 10.. Вода, содержащая только сульфат магния, имеет жесткость 7 ммоль/л. Какая масса сульфата магния содержится в 300 л этой воды
- 11.Вычислить жесткость воды, зная, что в 600 л ее содержится 65,7 г гидрокарбоната магния и 61,2 сульфата кальция
- 12.В 220 л воды содержится 11 г сульфата магния. Чему равна жесткость этой воды?
13. В 5 л дистиллированной воды растворили 0,4 г NaOH и 265 мг Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Определить величину и характер щелочности раствора.

#### **Раздел 2**

- 1.Методы водоподготовки
- 2.Осветление
- 3.Известкование



4.Магнезиальное обескремнивание

5.Коагуляция

6.Электрокоагуляция

7.Процесс флокуляции

8.Фильтрование

9.Фильтрующие материалы и фильтры

10.Термический метод умягчения воды

11.Реагентные методы умягчения воды.

12.Метод ионного обмена

13.Мембранные технологии

14.Дегазация

15.Обеззараживание воды

16.Определить необходимые дозы реагента для подщелачивания воды при ее мутности 800 мг/л и щелочности  $\text{Щ}=1,8$  мг/л. Максимальная доза безводного сернокислого алюминия  $\text{Дк}=75$  мг/л.

17.Определить необходимую дозу гашеной извести для подщелачивания воды при ее мутности 250 мг/л, щелочности  $\text{Щ}=1,8$  мг/л и величине  $\text{Дк}=45$  мг/л.

18. Вычислить необходимую дозу коагулянта,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , мг/л, снижающую щелочность коагулируемой воды на  $0,7$  мг·экв/л.

19.Какую массу  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  надо прибавить к 500 л воды, чтобы устранить ее карбонатную жесткость, равную 5 ммоль/л? (Ответ: 136,75 г).

20. Обменная способность сульфогля равна  $650$  г·экв/м<sup>3</sup>. Сколько кубометров воды может умягчить 1 м<sup>3</sup> сульфогля, если общая жесткость воды равна 6 мг·экв/л?

21. Обменная емкость катионита равна 5 ммоль/г. Какая масса катионита потребуется для умягчения 5 л воды, если жесткость равна 10 моль/м<sup>3</sup>.

### Раздел 3

1. Состав сточных вод

2. Методы очистки сточных вод

3. Механическая очистка сточных вод

4. Химическая очистка сточных вод.

5.Электрохимические методы очистки

6. Биохимическая очистка сточных вод.

7. Биологическая очистка сточных вод.

8. Очистка сточных вод мембранными биореакторами

9.Физико-химические методам очистки сточных

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме тестирования. Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала.

## **Тест 1 - «Использование воды в промышленности»**

1. По солесодержанию природные воды бывают:

- а) грубодисперсные и коллоидно-дисперсные;
- б) минеральные и органические;
- в) пресные и соленые;
- г) грунтовые и технические

2. По химическому составу примеси воды классифицируются на:

- а) гомогенные, гетерогенные;
- б) органические, неорганические;
- в) коллоидные, неколлоидные;
- г) жидкие, твердые, газообразные.

3. К органолептическим свойствам воды относятся:

- а) запах;
- б) запах, вкус
- в) запах, вкус, цветность;
- г) запах, вкус, цветность, мутность;
- д) запах, вкус, цветность, мутность, жесткость

4. По дисперсности примеси воды классифицируются на:

- а) очень мелкие, мелкие, средние, крупные;
- б) взвеси, коллоидные растворы, молекулярные растворы, ионные растворы;
- в) туманы, пыли, пены, эмульсии;
- г) грубые, тонкие, мути, коллоидные растворы.

5. Временная жесткость определяется наличием в воде следующих солей:

- а) гидрокарбонатов
- б) сульфатов
- в) солей натрия
- г) хлоридов

6. Какие показатели воды относятся к химическим свойствам:

- а) общая жесткость;
- б) мутность;
- в) запах;
- г) температура

7. Жесткостью воды называется:

- а) сумма концентраций катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ;
- б) общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов  $\text{OH}^-$ ;
- в) загрязненность воды органическими веществами;
- г) суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

8. Сухим остатком называется:

- а) сумма концентраций катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ;
- в) общее содержание веществ неорганических солей и органических веществ, кроме газов;
- в) загрязненность воды органическими веществами;
- г) концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

9. Какая соль обуславливает постоянную жесткость воды:

- а)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;
- б)  $\text{MgSO}_4$ ;
- в)  $\text{KCl}$ ;
- г)  $\text{KHCO}_3$ ;

10. Какой показатель качества воды характеризует степень кислотности воды:

- а) окисляемость;
- б) вкус;
- в) жесткость;
- г) активная реакция.

11. К физическим показателям качества воды **не** относится:

- а) цвет;
- б) запах;
- в) содержание взвешенных веществ;
- г) содержание растворенного кислорода;

12. Примеси в воде не могут находиться в:

- а) растворенном состоянии;
- б) коллоидном состоянии;
- в) взвешенном состоянии;
- г) сублимированном состоянии.

13. Вредность примесей в воде определяется:

- а) химической формулой;
- б) строением;
- в) технологическим процессом;
- г) дисперсностью.

14. Временная жесткость обуславливается содержанием в воде:

- а)  $\text{CaCl}_2$
- б)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- в)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- г)  $\text{MgCl}_2$

## Тест 2 - «Водоподготовка»

1. Фильтрованием называют:

- а) процесс осветления воды путем пропуска ее через пористый материал;
- б) процесс удаления агрессивных газов;
- в) процесс обработки воды комплексоном;
- г) снижение жесткости исходной воды

2. Коагулянтами называются:

- а) химические реагенты, применяемые для регенерации фильтрующего материала;
- б) вещества, применяемые для очистки фильтрата;
- в) вещества, применяемые для обезжелезивания конденсата;
- г) реагенты, способные при введении в воду вызывать укрупнение природных коллоидов

3. Количество моль эквивалентов катионов кальция и магния, поглощаемых  $1\text{ м}^3$  катионита, называется:

- а) обменной емкостью;
- б) коэффициентом набухания катионита;
- в) насыпной массой катионита;
- г) влажностью товарного катионита

4. Какие процессы относятся к технологии ионного обмена:

- а) коагуляция и известкование;
- б) катионирование и анионирование;
- в) анионирование и декарбонизация;
- г) ультрафильтрация

5. Постоянную жесткость воды устраняют:

- а) кипячением;
- б) действием соляной кислоты;
- в) действием азотной кислоты;
- г) действием соды

6. Каким методом не обессоливают воду:

- а) ионитным;
- б) обратным осмосом;
- в) дистилляцией;
- г) химическим.

7. Метод разделения компонентов раствора, основанный на различной диффузии через мембрану, предназначенный для опреснения воды:

- а) электродиализ;
- б) электрофорез;
- в) электрокоагуляция;
- г) электролиз

8. Каким методом нельзя удалить из воды газы:

- а) фильтрованием;
- б) химическим;
- в) деаэрацией;
- г) термической.

9. К физико-химическим методам очистки не относится:

- а) коагуляция;
- б) флокуляция;
- в) обратный осмос;
- г) отстаивание.

10. К методу, основанному на использовании полупроницаемых мембран - перегородок, пропускающих малые молекулы растворителя (воды), но непроницаемых для более крупных молекул растворенных веществ, относятся:

- а) ультрафильтрация
- б) ионный обмен
- в) флотация
- г) электролиз

11 Удаление из воды растворенных агрессивных газов называется:

- а) умягчением;
- б) деаэрацией;
- в) коагуляцией;
- г) регенерацией

12. Какие вещества могут применяться в качестве флокулянтов?

- а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- б)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$
- в)  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$
- г) полиакриламид, крахмал

### **Тест-3 «Методы очистки сточных вод»**

1. Какие показатели сточной воды относятся к органолептическим?

- а) вкус, цвет, запах
- б) электропроводность, pH, температура
- в) количество нерастворенных частиц в воде
- г) содержание органических веществ

2. Каким методом можно очистить сточную воду, загрязненную мелкими нерастворенными частицами размером  $10^{-5} - 10^{-7}$  см?

- а) коагуляция, флокуляция
- б) отстаивания, фильтрование
- в) биохимические методы
- г) адсорбция, флокуляция

3. Какие методы применяются для очистки сточных вод от растворенных органических веществ?

- а) адсорбция, перегонка, биохимические методы
- б) механические методы
- в) коагуляция, флокуляция, адсорбция
- г) адсорбция, флотация, фильтрование

4. Каким методом можно очистить воду, загрязненную нерастворенными частицами размером  $10^{-3} - 10^{-5}$  см?

- а) биологические
- б) отстаивание
- в) адсорбция
- г) химические

5. Каким методом можно очистить сточную воду, загрязненную растворенными неорганическими веществами?

- а) фильтрование
- б) отстаивание, центрифугирование
- в) нейтрализация, ионообменные методы
- г) коагуляция, флокуляция

6. Какой из методов очистки относится к механическим?

- а) адсорбция, перегонка
- б) отстаивание, фильтрование
- в) нейтрализация, окисление
- г) адсорбция, нейтрализация

7. Какой из методов очистки относится к физико-химическим?

- а) отстаивание, центрифугирование
- б) окисление, термоокисление
- в) коагуляция, флокуляция
- г) адсорбция, отстаивание

8. Какие вещества могут применяться в качестве коагулянтов?

- а)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$
- б)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$
- в)  $\text{AlCl}_3$ , желатина
- г) полиакриламид, крахмал
- д) нет правильного ответа

9. Какие методы очистки сточных вод относятся к регенеративным?

- а) отстаивание, нейтрализация
- б) биохимические
- в) окисление, термоокисление
- г) адсорбция, перегонка, экстракция

10. Какие методы очистки вод относятся к деструктивным?

- а) окисление, термоокисление
- б) отстаивание
- в) адсорбция
- г) флокуляция, перегонка

11. Какие методы очистки сточных вод относятся к регенеративным?

- а) отстаивание, нейтрализация
- б) биохимические
- в) окисление, термоокисление
- г) адсорбция, перегонка, экстракция

12. Как называется метод очистки сточных вод, основанный на поглощении жидкостей на поверхности твердых тел?

- а) абсорбция
- б) адсорбция
- в) экстракция
- г) коагуляция, флокуляция

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета с оценкой.

#### **Перечень вопросов для подготовки к зачету:**

- 1.Использование воды в промышленности
- 2.Применение воды в химической промышленности
- 3.Классификация природных вод
4. Классификация вод по химическому составу.
- 5.Характеристика примесей воды
- 6.Показатели качества чистой воды
- 7.Водоподготовка
8. Осветление воды
- 9.Коагулирование.
- 10.Фильтрование
11. Методы умягчения
- 12.Термический метод умягчения воды
- 13.Реагентные методы умягчения воды
- 14.Метод ионного обмена
- 15.Регенерация ионитов
- 16.Мембранные технологии
- 17.Дегазация
- 18.Обеззараживание воды.
- 19.Состав сточных вод
20. Основные методы очистки сточных вод
21. Механическая очистка

22. Химическая очистка
23. Биохимический метод.
24. Биологические методы очистки сточных вод
25. Физико-химические методы очистки

Оценивание студента на зачете по дисциплине «Технология водоподготовки и очистки сточных вод»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

#### **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

##### **Основная литература**

1. Специальные технологии обработки природных и сточных вод : учебное пособие / И. Г. Ушакова, А. А. Кадысева, Г. А. Горелкина, Ю. В. Корчевская. — Омск : Омский ГАУ, 2017. — 144 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/102205/#7>

2. Экология и охрана окружающей среды. Практикум: учебное пособие / В.В. Денисов, Т.И. Дровозова, Б.И. Хорунжий [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 440 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/124585/#1>

##### **Дополнительная литература**

3. Ушакова, И. Г. Научные и инженерные основы выбора методов очистки



природных, сточных вод и обработки осадка : учебное пособие / И. Г. Ушакова, Ю. В. Корчевская, Г. А. Горелкина. — Омск : Омский ГАУ, 2019. — 155 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/119213/#4>

4. Топалова, О. В. Химия окружающей среды : учебное пособие / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 160 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/90852/#1>

5. Прикладная экология: учебное пособие / М.П. Грушко, Э.И. Мелякина, И.В. Волкова, В.Ф. Зайцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 268 с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/101827/#1>

6. Синицына И.Н. Технология водоподготовки и очистки сточных вод. Методические указания для выполнения контрольной работы. Апробация

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

- процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Технология водоподготовки и очистки сточных вод» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;

- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам (раздел «Математика и естественнонаучное образование», подраздел «Водное хозяйство») [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в аудитории. Мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

### **Методические указания для студентов**

#### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением и занятий уяснить тему семинара и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Методические указания для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Приводить примеры.

Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать

на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить о теме практического занятия, теме самостоятельной работы, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятиям, тестированию, подготовки рефератов. Определить место и время консультации студентам.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент, Мизинова Л.А.

Рецензент: доцент, Сеницына И.Н

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.