

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Химии»  
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



В.А. Алферов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Химия воды»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

с направленностью (профилем)

**Технология органического синтеза**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик:**

Дмитриева Е.Д. доцент, к.х.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7 семестр

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)

1. Классификация методов умягчения воды.
2. Термический метод умягчения воды.
3. Известкование воды. Декарбонизация.
4. Известково-содовый метод умягчения воды.
5. Едко-натровый метод умягчения воды.
6. Содово-натриевый метод умягчения воды.
7. Бариевый метод умягчения воды.
8. Оксалатный метод умягчения воды.
9. Водород-натрий-катионитовое умягчение воды. Химизм метода.
10. Структура водных растворов электролитов и неэлектролитов. Представления Френка, Эванса, структурно-кинетическая теория О.Я. Самойлова.
11. Какова процентная концентрация раствора, полученного при растворении 75 г карбоната калия в 300 г воды? 2. Определить массу серной кислоты, для нейтрализации которой потребовалось 25 мл 0,2 н. раствора щелочи.

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)

1. Принцип работы натрий-катионитового фильтра с противоточной регенерацией.
2. Двухступенчатое натрий-катионирование.
4. Параллельное водород-натрий катионирование.
5. Последовательное водород-натрий катионирование.
6. Совместное водород-натрий катионирование.
7. Водород-натрий катионирование с голодной регенерацией водород-катионитовых фильтров.
8. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  следует растворить для получения 1500 г 8 %-ного раствора?
9. Найти молярность раствора, если для приготовления 150 мл раствора взяли 10 г  $\text{KCl}$ .

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Схема реагентного хозяйства NaOH.
2. Опреснение воды электродиализом.
3. Схемы работы электродиализных установок: прямоточная, циркуляционнопорционная, циркуляционная.
4. Газогидратное опреснение воды.
5. Теоретические основы обратного осмоса.
6. Виды и причины зарастания труб и оборудования.
7. Стабильность воды. Показатели стабильности.
8. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе насыщения.
9. Стабилизационная обработка воды при положительном индексе насыщения.
10. Какое количество KCl необходимо добавить к 150 г воды, чтобы получить 2 %-ный раствор этой соли?
11. Сколько миллилитров 0,1н. раствора серной кислоты потребуется для нейтрализации 40 г КОН?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.1)**

1. Схема напорной водоумягчительной установки.
2. Вихревой реактор.
3. Схема реагентного умягчения воды с осветлителем.
4. Схема обратно-осмотической установки.
5. Структурные представления о водных растворах электролитов и неэлектролитов.
6. Гидратация. Космотропы и хаотропы. Ряды Гофмейстера. Гидратация ионов и расслаивание в водных двухфазных системах.
7. Природные воды. Формирование состава природных вод. Процессы формирования состава природных вод. Равновесия вода-минерал и способы его описания.
8. Классификация природных вод. Дисперсные системы. Системы классификации.
9. Физико-химические показатели качества природных вод.
10. Что такое ХПК? Как определяется этот показатель?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.2)**

1. Расчет фильтров при водород-натрий катионировании.
2. Умягчение воды натрий-хлор-ионированием
3. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема солевого хозяйства.
4. Моделирование состава природных вод. Гидрогеохимические программы.
5. Примеры расчетов модельных расчетов равновесия карбонатов в открытых и закрытых системах.
6. Примеры модельных расчетов: диаграммы Пурбэ для анализа окислительно-восстановительных равновесий в природных водах, содержащих ионы железа.
7. Что такое рН? Методы определения в лаборатории.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.3)**

1. Российские и международные нормативно-правовые документы, регламентирующие качество воды систем питьевого и хозяйственного назначения.
2. Сравнительный обзор нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды.

3. Рекомендации ВОЗ по составу питьевой воды.
4. Нормативно-правовые документы РФ, в которых вводятся понятия «категория водопользования», «питьевая вода», «качество воды».

### 8 семестр

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)**

1. Термохимический метод умягчения воды.
2. Магнитная обработка воды для предупреждения накипеобразования.
3. Умягчение воды катионированием. Сущность метода.
4. Полная и рабочая обменная емкость катионита. Длительность межрегенерационного периода.
5. Катиониты и их свойства.
6. Умягчение воды натрий-катионированием.
7. Какие факторы изменяют равновесие ионных примесей в воде?
8. Для оценки каких свойств среды водных растворов используют показатель рН?
9. Действие каких факторов изменяет скорость химической реакции?
10. Какие процессы изменяют активную реакцию среды в воде при растворении солей?
11. Какие воздействия на процесс гидролиза изменяют направления смещения равновесия реакции?
12. Каковы свойства буферных растворов и механизм процессов в них под действием сильной кислоты или щелочи?
13. Каков механизм буферных свойств воды природных водоемов и факторов воздействия?
14. Какова роль величины рН при биологической очистке сточных вод?
15. Какие примеси воды природных водоемов обуславливают мутность воды?
16. Какие свойства воды обуславливают гумины, гуматы и фульвокислоты?

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)**

1. Принцип работы натрий-катионитового фильтра с противоточной регенерацией.
2. Двухступенчатое натрий-катионирование.
3. Водород-натрий-катионитовое умягчение воды. Химизм метода.
4. Параллельное водород-натрий катионирование.
5. Последовательное водород-натрий катионирование.
6. Совместное водород-натрий катионирование.
7. Водород-натрий катионирование с голодной регенерацией водород-катионитовых фильтров.
8. Расчет фильтров при водород-натрий катионировании.
9. Умягчение воды натрий-хлор-ионированием
10. Известково-катионитовый метод умягчения воды
11. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема солевого хозяйства
12. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема кислотного хозяйства.
13. Методы опреснения и обессоливания воды. Их классификация.
14. Дистилляция воды.
15. Кристаллизационный метод опреснения воды.
16. Метод гелиоопреснения воды.
17. Ионообменный метод опреснения и обессоливания воды.
18. Фильтры смешанного действия (ФСД).
19. Фильтры ФСД с выносной регенерацией.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Схема реагентного хозяйства NaOH.
2. Опреснение воды электродиализом.
3. Схемы работы электродиализных установок: прямоточная, циркуляционнопорционная, циркуляционная.
4. Газогидратное опреснение воды.
5. Теоретические основы обратного осмоса.
6. Схема обратно-осмотической установки.
7. Виды и причины зарастания труб и оборудования.
8. Стабильность воды. Показатели стабильности.
9. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе насыщения.
10. Стабилизационная обработка воды при положительном индексе насыщения.
11. Применение гексаметафосфата натрия и триполифосфата натрия для стабилизационной обработки воды.
12. Магнитная обработка воды с целью стабилизации.
13. Ультразвуковая стабилизационная обработка воды.
14. Обработка охлаждающей воды от биологических обрастаний.
15. Использование гипохлорита натрия для обработки охлаждающей воды.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.1)**

1. Какие процессы и примеси в воде водоемов обуславливают ее запах и привкус?
2. Состав каких примесей обуславливает кислотность природной воды?
3. Как определяется кислотность природной воды?
4. Как определяется активная кислотность раствора?
5. Каков механизм и результат влияния присутствия гуминовых, гуматных и других органических кислот на рН воды водоемов?
6. Чем обуславливается щелочность природной воды?
7. Какие процессы способствуют изменению состава примесей природной воды?
8. Каковы роль и состав группы биогенных элементов?
9. Каков состав и происхождение примесей органической природы в воде водоемов?
10. Какие процессы в воде водоемов способствуют изменению состава примесей?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.2)**

1. В чем особенности механизма и химии процессов коррозии металлов?
2. Какой состав примесей воды способствует образованию защитной пленки в трубах?
3. Каков механизм и химия процесса образования защитной пленки в трубах?
4. Какие процессы и материалы применяют для защиты металла от коррозии?
5. Каковы механизм и процессы защиты труб от воздействия биологических факторов?
6. Каковы основные факторы проявления коррозии бетона?
7. В чем особенности и механизм углекислотного равновесия бетон и воды?
8. В чем особенности и механизм щелочной коррозии бетона в воде?
9. В чем особенности и механизм магниезиальной коррозии бетона в воде?
9. В чем особенности и механизм сульфатной коррозии бетона в воде?
10. Каков механизм возникновения запаха и привкуса вода поверхностных водоемов?
11. Чем обусловлена необходимость перехлорирования воды при ее обработке?
12. В чем причина эффекта применения озона при первичной обработке природных вод?

13. Каковы механизмы процессов очистки примесей активированными углями?
14. Каков механизм, задача и результат процесса преаэрации при очистке воды?
15. Каковы составляющие процесса хлопьеобразования при коагуляции воды?
16. Каков механизм и особенности коагуляции примесей воды органической структуры?
17. Каково содержание понятия оптимальной дозы коагулянта при обработке воды?
18. Причина и механизм применения коагулирования с подщелачиванием?
19. Какие процессы протекают при применении технологии флокулирования воды?
20. Какие процессы протекают при обезжелезивании воды методом аэрации?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.3)**

1. Особенности процессов удаления из воды Растворенных газов?
2. Что определяет стабильность воды и какими процессами она достигается?
3. Какие процессы сопровождают обеззараживание воды и как влияют на эффект?
4. Каковы процессы и химия хлорирования воды?
5. Каков механизм процессов бактерицидного действия хлора?
6. Какие факторы и как влияют на режим технологии хлорирования воды?
7. Каков технологический смысл и содержание понятия – остаточный хлор?
8. Каковы цели, задачи и процессы при хлорировании воды с аммонизацией?
9. Каковы методы и особенности процессов дехлорирования воды?
10. Каковы особенности технологии и процессов озонирования вод?
11. Каковы процессы и взаимодействия сопутствуют озонированию воды?
12. Каковы особенности процессов при физических методах обеззараживания воды?

**3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**7 семестр**

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)**

1. Классификация методов умягчения воды.
2. Термический метод умягчения воды.
3. Известкование воды. Декарбонизация.
4. Известково-содовый метод умягчения воды.
5. Едко-натровый метод умягчения воды.
6. Содово-натриевый метод умягчения воды.
7. Бариевый метод умягчения воды.
8. Оксалатный метод умягчения воды.
9. Водород-натрий-катионитовое умягчение воды. Химизм метода.
10. Структура водных растворов электролитов и неэлектролитов. Представления Френка, Эванса, структурно-кинетическая теория О.Я. Самойлова.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)**

1. Принцип работы натрий-катионитового фильтра с противоточной регенерацией.
2. Двухступенчатое натрий-катионирование.
4. Параллельное водород-натрий катионирование.
5. Последовательное водород-натрий катионирование.

6. Совместное водород-натрий катионирование.
7. Водород-натрий катионирование с голодной регенерацией водород-катионитовых фильтров.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Схема реагентного хозяйства NaOH.
2. Опреснение воды электродиализом.
3. Схемы работы электродиализных установок: прямоточная, циркуляционнопорционная, циркуляционная.
4. Газогидратное опреснение воды.
5. Теоретические основы обратного осмоса.
6. Виды и причины зарастания труб и оборудования.
7. Стабильность воды. Показатели стабильности.
8. Стабилизационная обработка воды при отрицательном индексе насыщения.
9. Стабилизационная обработка воды при положительном индексе насыщения.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.1)**

1. Схема напорной водоумягчительной установки.
2. Вихревой реактор.
3. Схема реагентного умягчения воды с осветлителем.
4. Схема обратно-осмотической установки.
5. Структурные представления о водных растворах электролитов и неэлектролитов.
6. Гидратация. Космотропы и хаотропы. Ряды Гофмейстера. Гидратация ионов и расслаивание в водных двухфазных системах.
7. Природные воды. Формирование состава природных вод. Процессы формирования состава природных вод. Равновесия вода-минерал и способы его описания.
8. Классификация природных вод. Дисперсные системы. Системы классификации.
9. Физико-химические показатели качества природных вод.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.2)**

1. Расчет фильтров при водород-натрий катионировании.
2. Умягчение воды натрий-хлор-ионированием
3. Вспомогательные устройства катионитовых установок. Схема солевого хозяйства.
4. Моделирование состава природных вод. Гидрогеохимические программы.
5. Примеры расчетов модельных расчетов равновесия карбонатов в открытых и закрытых системах.
6. Примеры модельных расчетов: диаграммы Пурбэ для анализа окислительно-восстановительных равновесий в природных водах, содержащих ионы железа.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.3)**

1. Российские и международные нормативно-правовые документы, регламентирующие качество воды систем питьевого и хозяйственного назначения.
2. Сравнительный обзор нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды.
3. Рекомендации ВОЗ по составу питьевой воды.

4. Нормативно-правовые документы РФ, в которых вводятся понятия «категория водопользования», «питьевая вода», «качество воды».
5. Физико-химические характеристики бытовых и производственных сточных вод.

### 8 семестр

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.1)**

1. Аммоний-натрий-катионирование.
2. Обменная емкость катионита и расход регенеранта. Анионирование. Сущность метода. Особенности процесса. Варианты схем.
3. Декарбонизация воды. Применение метода. Расчетные параметры.
4. Деминерализация воды ионированием. Условия применения метода.
5. Противоточное фильтрование.
6. Сравнительная характеристика противоточной и параллельноточной технологий.
7. Деманганация воды. Химизм процесса деманганации. Методы деманганации.

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.2)**

1. Показатели качества исходной воды, влияющие на обменную емкость ионитов.
2. Номенклатура ионитов. Выбор ионитов. Сульфуголь.
3. Показатели качества исходной воды, влияющие на обменную емкость ионитов. Номенклатура ионитов. Выбор ионитов. Сульфуголь.
4. Ультрафиолетовое обеззараживание воды.
5. Сравнение основных методов обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое облучение.

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-5 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-5.3)**

1. Показатели качества исходной воды, влияющие на обменную емкость ионитов. Номенклатура ионитов.
2. Выбор ионитов. Сульфуголь.
3. Количество умягчаемой воды в % при работе станции на хозяйственно-питьевой водопровод определяется зависимостью, где  $J_{0исх}$  – жесткость исходной воды;  $J_{0с}$  – жесткость воды, поступающей в сеть;  $J_{0у}$  – жесткость умягченной воды.
4. Чему равна общая жесткость воды  $J_0$  при следующих данных  $Ca^{2+} = 140,3$  мг/л и  $Mg^{2+} = 60,8$  мг/л.
5. Чему равна временная жесткость воды при следующих данных:  $Ca^{2+} = 70,1$  мг/л и  $Mg^{2+} = 60,8$  мг/л,  $HCO_3^- = 183$  мг/л,  $Cl^- = 70,9$  мг/л.
6. Величина остаточной жесткости при известково-содовом умягчении.
7. На чем основан катионитовый способ умягчения воды?
8. Вычислить жесткость воды, зная, что в 500 л ее содержится 202,5 г  $Ca(HCO_3)_2$ .

#### **Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.1)**

1. Баромембранные методы водоподготовки. Состав группы методов.
2. Обратный осмос.
3. Мембранные аппараты и установки.
4. Химическая и биологическая деструкция мембран.
5. Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа.

6. Методы обезжелезивания воды.
7. Фильтрующие материалы для корректировки водородного показателя (рН) среды.
8. Стабилизационная обработка воды. Технология проведения.
9. Озонирование воды.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.2)**

1. Характеристики фильтрующих материалов.
2. Каталитические загрузки для удаления из воды железа и марганца.
3. Характеристики фильтрующих материалов.
4. Каталитические загрузки для удаления из воды железа и марганца.
5. Для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора кислоты потребовалось 6 мл раствора едкого натра. Определить нормальную концентрацию раствора едкого натра.
6. Нормальная концентрация раствора  $\text{KNO}_3$  равна 0,2 моль/л. Найти процентную концентрацию раствора  $\text{KNO}_3$  и молярную концентрацию раствора  $\text{KNO}_3$ . Плотность раствора принять равной 1 г/мл.
7. Вычислить жесткость воды, если в 140 л воды содержится 16,2 г ионов кальция и 2,92 г ионов магния.
8. Определить массу сульфата кальция в 200 л воды, если жесткость, обусловленная этой солью, равна 9 ммоль/л.
9. Постоянная жесткость воды объемом 10 л обусловлена наличием сульфата магния. Определить массу буры ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), необходимую для устранения постоянной жесткости, равной 5 ммоль/л. Написать уравнение протекающей реакции.
10. На титрование 100 мл воды, содержащей гидрокарбонат магния, ушло 12 мл 0,15 н раствора  $\text{HCl}$ . Написать уравнение протекающей реакции. Рассчитать жесткость воды и определить массу соли, содержащейся в 40 л этой воды.
11. При кипячении 2 л воды (при  $\text{pH} > 10,3$ ), содержащей только гидрокарбонат магния, образовался осадок массой 28 мг. Написать уравнение протекающей реакции. Определить жесткость воды и массу соли в 0,5 м<sup>3</sup> этой воды.
12. Для устранения жесткости к 10 л природной воды, которая содержит 0,015% гидрокарбоната кальция и 0,005% гидрокарбоната магния, добавили гашеную известь. Плотность воды 1 г/см<sup>3</sup>. Написать уравнения протекающих реакций. Определить массу гашеной извести, необходимую для устранения временной жесткости.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-7 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-7.3)**

1. Характеристики фильтрующих материалов.
2. Каталитические загрузки для удаления из воды железа и марганца.
3. Фильтрующие зернистые материалы для осветления и сорбции воды.
4. Активные угли и другие углеродные сорбенты.
5. Применение природоподобных сорбентов для очистки природных, промышленных и сточных вод от ионов металлов.
6. Применение гуминовых кислот в экоадаптивных технологиях.
7. Применение природоподобных сорбентов для очистки природных, промышленных и сточных вод от органических загрязнителей.