

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«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
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

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


(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является приобретение знаний о составе и свойствах природных и сточных вод различного происхождения, о видах и назначениях химических и бактериологических анализов воды, а также процессов очистки природных и сточных вод физико-химическими и биохимическими методами.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование знаний о физико-химических свойствах воды, особенностей химии природных и сточных вод;
- формирование знаний о химических и физико-химических процессах, лежащих в основе различных методов очистки воды, применяемых в водоподготовке и технологиях очистки промышленных сточных вод;
- овладение методами и приемами расчета основных параметров процессов водоподготовки и очистки сточных вод;
- формирование навыков выбора методов и технологий очистки сточных вод в зависимости от их химического состава и объема.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 и 8 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) основные закономерности процессов протекающих в растворе и фундаментальные химические понятия (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.1);
- 2) основные естественнонаучные законы и закономерности химии растворов; особенности организации технологического производства (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.1).

Уметь:

- 1) выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.2);
- 2) рассчитывать основные технологические показатели технологического процесса протекающих в растворе; организовать мероприятия по освоению изготовления сырья в

условиях производства; принять корректирующие меры при налаживании производства (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.2).

Владеть:

1) навыками составления протоколов испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК-5.3);

2) опытом отечественных и зарубежных организаций по достижению высоких показателей качества химической продукции и организации производства; технологической документацией производства (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.3).

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

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	Э	6	216	42	-	56	-	2	0,25	115,75
8	Э	6	216	36	-	48	-	2	0,25	129,75
Итого	-	12	432	78	-	104	-	4	0,5	245,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Введение, цель и задачи курса. Основные понятия. Вода: состав, строение, свойства
2	Структура водных растворов электролитов и неэлектролитов. Представления Френка, Эванса, структурно-кинетическая теория О.Я. Самойлова. Структурные представления о водных растворах электролитов и неэлектролитов. Гидратация. Космотропы и хаотропы. Ряды Гофмейстера. Гидратация ионов и расслаивание в водных двухфазных системах

№ п/п	Темы лекционных занятий
3	Природные воды. Формирование состава природных вод. Процессы формирования состава природных вод. Равновесия вода-минерал и способы его описания.
4	Состав природной воды: основные компоненты, физико-химические свойства. Прямые и косвенные факторы формирования состава природных вод: география, климат, химический состав пород, геохимические процессы выветривания, растворения, выщелачивания, комплексообразования, седиментации и эвапорации. Состав морской воды и ее вариации. Неравномерность распределения изотопов воды в океане.
5	Классификация природных вод. Дисперсные системы. Системы классификации.
6	Физико-химические показатели качества природных вод.
7	Интегральные показатели качества вод – индексы качества.
8	Ионные равновесия в природных водах и способы их расчета. Обобщенные способы расчетов ионных равновесий в водных растворах. Кислотно-основные свойства воды и их зависимость от ионного состава. Моделирование состава природных вод. Гидрогеохимические программы.
9	Карбонатное равновесие и его роль в формировании состава и свойств природных вод. Примеры расчетов модельных расчетов равновесия карбонатов в открытых и закрытых системах. Роль карбонатного равновесия в регуляции рН, жесткости и щелочности природных вод.
10	Способы вычисления окислительно-восстановительных равновесий в природных водах. Примеры модельных расчетов: диаграммы Пурбэ для анализа окислительно-восстановительных равновесий в природных водах, содержащих ионы железа. Диапазоны значений редокс-потенциала природных вод и соответствующие этим диапазонам окислительно-восстановительные пары.
11	Категории водопользования. Классификация вод по их промышленному назначению. Характеристика требований, предъявляемых к каждой группе. Основные отличия в понятиях "качество воды" применительно к различным категориям водопользования.
12	Физико-химические характеристики бытовых и производственных сточных вод
13	Нормативно-правовые документы РФ, в которых вводятся понятия «категория водопользования», «питьевая вода», «качество воды».
14	Российские и международные нормативно-правовые документы, регламентирующие качество воды систем питьевого и хозяйственного назначения. Сравнительный обзор нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды: 1. СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.4.1175-02, СанПиН-2.1.4.1016-02, действующих на территории РФ; 2. National Primary and Secondary Drinking Water Standard (США); 3. Council Directive 98/83/EC (страны ЕС). Сходства и отличия. Рекомендации ВОЗ по составу питьевой воды.
15	Водоподготовка и очистка сточных вод. Технологические процессы осветления воды: реагентная и безреагентная. Способы проведения реагентного осветления. Коагулянты и флокулянты. Химические процессы, протекающие в ходе коагуляции. Оптимальные условия проведения.
16	Способы обеззараживания: физические, химические. Достоинства и недостатки. Схемы проведения хлорирования и озонирования. Контроль процессов. Кондиционирование воды. Необходимость и способы фторирования.
17	Водоподготовка в энергетической промышленности. Необходимость дополнительных процессов водоподготовки: способы умягчения, обессоливания и дегазации.

№ п/п	Темы лекционных занятий
18	Методы водоподготовки. Выбор метода. Осветление воды фильтрованием через слой зернистого насыпного материала. Классификация фильтров с зернистой загрузкой. Технология фильтрования. Скорость фильтрования. Условия применения.
19	Натрий-катионирование. Сущность метода. Особенности натрий-катионирования и регенерации катионита. Критерии применимости метода.
20	Натрий-хлор-ионирование. Сущность метода. Пределы применения метода. Качество воды после натрий-хлор-ионирования. Обменная емкость ионита и расход регенеранта.
21	Водород-натрий-катионирование. Сущность метода. Условия применения метода. Условия применения водород-катионирования с «голодной» регенерацией. Качество воды после водород-натрий-катионирования.
8 семестр	
1	Аммоний-натрий-катионирование. Обменная емкость катионита и расход регенеранта. Анионирование. Сущность метода. Особенности процесса. Варианты схем.
2	Декарбонизация воды. Применение метода. Расчетные параметры. Деминерализация воды ионированием. Условия применения метода. Противоточное фильтрование. Сравнительная характеристика противоточной и параллельноточной технологий.
3	Баромембранные методы водоподготовки. Состав группы методов. Обратный осмос. Мембранные аппараты и установки. Химическая и биологическая деструкция мембран.
4	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Методы обезжелезивания воды.
5	Деманганизация воды. Химизм процесса деманганизации. Методы деманганизации.
6	Озонирование воды.
7	Ультрафиолетовое обеззараживание воды. Сравнение основных методов обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое облучение.
8	Электрохимические методы. Магнитная обработка. Электромагнитное воздействие на воду с переменной частотой.
9	Стабилизационная обработка воды. Технология проведения.
10	Фильтрующие зернистые материалы для осветления и сорбции воды. Активные угли и другие углеродные сорбенты.
11	Неуглеродные сорбенты. Цеолиты. Антрациты.
12	Характеристики фильтрующих материалов. Каталитические загрузки для удаления из воды железа и марганца.
13	Фильтрующие материалы для корректировки водородного показателя (pH) среды.
14	Неорганические иониты. Синтетические ионообменные материалы – ионообменные смолы.
15	Показатели качества исходной воды, влияющие на обменную емкость ионитов. Номенклатура ионитов. Выбор ионитов. Сульфоуголь.
16	Применение природоподобных сорбентов для очистки природных, промышленных и сточных вод от ионов металлов.
17	Применение природоподобных сорбентов для очистки природных, промышленных и сточных вод от органических загрязнителей.
18	Применение гуминовых кислот в экоадаптивных технологиях.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
7 семестр	
1	Работа с нормативной документацией.
2	Определение органолептических свойств (ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. С Изменением N 1), сухого остатка (ГОСТ 18164-72 Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка и взвешенных веществ в питьевой воде).
3	Качественный и количественный анализ природных, промышленных, сточных вод
4	Жесткость воды и методы ее устранения. Кислотность и щелочность воды
5	Определение кислорода, растворенного в воде, коррозионная активность воды, ХПК, БПК. Определение перманганатной окисляемости воды.
6	Измерение массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.
7	Измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
8	Определение цветности воды (ГОСТ 31868-2012) метод фотометрического определения цветности (метод Б).
9	Определение концентрации ионов сульфатов в воде.
10	Известково-содовое умягчение воды.
11	Определение стабильности воды.
8 семестр	
1	Определение нефтепродуктов в воде.
2	Определение загрязнения природных и сточных вод тяжелыми металлами.
3	Определение массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в пробах вод спектрофотометрическим методом.
4	Определение оптимальной дозы коагулянта, необходимой для осветления и обесцвечивания воды.
5	Определение полной динамической обменной емкости (ПДОЕ) ионитов.
6	Равновесие ионного обмена.
7	Определение нитрата натрия в растворе методом ионного обмена.
8	Определение массовой концентрации катионных поверхностно-активных веществ (КПАВ) в пробах вод флуориметрическим методом.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к вступительному коллоквиуму перед выполнением лабораторной работы
2	Оформление лабораторного журнала
3	Подготовка к коллоквиуму №1
4	Подготовка к коллоквиуму №2
5	Выполнение индивидуального расчетного задания
6	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
8 семестр	
1	Подготовка к вступительному коллоквиуму перед выполнением лабораторной работы
2	Оформление лабораторного журнала
3	Подготовка к коллоквиуму №1
4	Подготовка к коллоквиуму №2
5	Выполнение индивидуального расчетного задания
6	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение и защита лабораторных работ №1-6	10
		Коллоквиум №1	13
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение и защита лабораторных работ №7-11	6
		Коллоквиум №2	12
		Выполнение индивидуального расчетного задания	4
	Итого	30	
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)	
8 семестр			

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	7
		Выполнение и защита лабораторных работ №1-4	10
		Коллоквиум №1	13
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	8
		Выполнение и защита лабораторных работ №5-8	6
		Коллоквиум №2	12
		Выполнение индивидуального расчетного задания	4
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория, оборудованная ноутбуком, видеопроектором, настенным экраном;
- для проведения лабораторных работ – лаборатория физической химии, оснащенная термостатом, аквадистиллятором, устройствами для сушки посуды, ультратермостатом, колбонагревателем, техническими и аналитическими весами, колориметром и набором кювет для него, рефрактометром, фотометром и набором кювет для него, шейкером, термостатами, магнитной мешалкой, персональными компьютерами, модулями для термического анализа, электрохимии и фотоколориметрии, печью муфельной, подъемным столиком, секундомером, штативами, газовыми горелками, микролабораторией, химической посудой и реактивами.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Алексеев, А.И. Химия воды : (в двух книгах) / А. И. Алексеев, А. А. Алексеев; Мво Образования РФ. Сев.-Зап. гос. заоч. техн. ун-т. - СПб. : Химиздат, 2007. - Кн. 1. - 2007. - 423 с.
2. Алексеев, А.И. Химия воды : (в двух книгах) / А. И. Алексеев, А. А. Алексеев; Мво Образования РФ. Сев.-Зап. гос. заоч. техн. ун-т. - СПб. : Химиздат, 2007. Кн. 2. - 2007. - 454 с.
3. Другов, Ю. С. Анализ загрязненной воды : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 678 с.
4. Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. — 472 с.
5. Беликов С.Е. Водоподготовка / С.Е. Беликов - М.: Аква-Терм, 2007. — 240 с.
6. Алифанова, А. И. Химия воды и микробиология : учебное пособие / А. И. Алифанова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 78 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28416.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Задачи и вопросы по химии окружающей среды : Учеб. пособие для вузов / Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов, Ю.В. Сметанников и др. - М. : Мир, 2002. - 368с.
2. Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Л.Ф. Голдовская. -М. : Мир, 2005. - 296с.
3. Коробкин, В.И. Экология : учебник для вузов / В.И.Коробкин, Л.В. Передельский. - 17-е изд., доп. и перераб. - Ростов-н/Д : Феникс, 2011.- 602З.
4. Алексеев, В.С. Экология : учеб. пособие / В.С.Алексеев.- М. : РИОР, 2005. - 160 с.
5. Коробкин, В.И. Экология в вопросах и ответах : учеб. пособие для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. - 3-е изд. доп. и перераб.- Ростов н/Д : Феникс, 2006. - 384с. - (Высшее образование).
6. Николайкина, Н.Е. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта : учеб.пособие для вузов / Н.Е. Николайкина, Н.И. Николайкин, А.М. Матягина. - М. : Академкнига, 2006. - 239с.
7. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении : учеб.пособие для вузов / Л.К.Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. - 3-е изд., перераб. — М. : Высш. шк., 2006. — 334с. — (Для высших учебных заведений : Охрана окружающей среды). — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-06-005558-2 /в пер./ : 190.40.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный
2. <https://cyberleninka.ru/>. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»., доступ свободный

3. <https://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> - сайт Химического факультета МГУ

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложение «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система «КонсультантПлюс».