

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов

**ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(Химия гидросферы)**

**Методическое пособие
для выполнения контрольных работ**

Факультет – заочный

Направление – 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Санкт-Петербург

2014

Химия окружающей среды (химия гидросферы): методическое пособие для выполнения контрольных работ / сост. М.А. Синякова; СПбГТУРП. СПб., 2014 - 11 с.

Методическое пособие содержит контрольную работу в соответствии с рабочей программой дисциплины «Химия окружающей среды».

Предназначено для студентов заочной формы обучения по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент: канд. хим. наук, старший преподаватель кафедры физ. химии СПбГУ А. С. Казак.

Подготовлено и рекомендовано к печати кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СПбГТУРП (протокол № 3 от 4 декабря 2014 года).

Утверждено к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета СПбГТУРП (протокол № 2 от 26 декабря 2014 года).

Редактор и корректор В. А. Басова

Технический редактор Л. Я. Титова

Темплан 2014 г., поз. № 132

Подп. к печати 04.12.2014 Формат 60X84/16. Бумага тип № 1.

Печать офсетная. Объём 0,75 печ. л.; 0,75 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Изд. № 132. Цена «С». Заказ

Ризограф Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных
полимеров, 2014.

Указания к выполнению контрольной работы

Контрольная работа включает 20 контрольных вопросов, из которых для письменных ответов выбирают два, и три расчетных задания, каждое из которых составлено в 10 вариантах. Каждый студент отвечает на те контрольные вопросы и выполняет те варианты заданий, последняя цифра номера которых совпадает с последней цифрой номера его зачетной книжки. Если номер зачетной книжки оканчивается на 0, то следует отвечать на вопросы 10 и 20 и выполнять 10 вариант расчетных заданий.

Контрольная работа может быть выполнена в рукописном или печатном варианте. На титульном листе следует указать дисциплину, по которой выполняется работа, форму обучения, номер группы, фамилию, имя и отчество, шифр зачетной книжки. Номера и условия выполняемых вопросов и заданий должны быть приведены в тексте контрольной работы. В конце работы следует привести список использованной литературы и интернет-источников.

Приводимые схемы, рисунки и графики должны быть снабжены подписями и/или комментариями.

Перед сдачей на проверку контрольная работа должна быть зарегистрирована в установленном на заочном факультете порядке.

После проверки контрольной работы она может быть зачтена или не зачтена. В последнем случае работа должна быть исправлена в соответствии с указаниями преподавателя.

Только после выполнения контрольных работ студенты могут быть допущены к экзамену или зачёту.

Контрольные вопросы

1. Геосферы Земли, в том числе атмосфера, гидросфера и литосфера, их характеристика и взаимодействие.
2. Гидросфера Земли, её определение и основные компоненты.
3. Физико-химические свойства воды.
4. Основные этапы формирования физико-химического состава природных вод: контакт с атмосферой.
5. Основные этапы формирования физико-химического состава природных вод: контакт с грунтами и почвами.
6. Основные этапы формирования физико-химического состава природных вод: жизнедеятельность водных биоценозов.
7. Гидрохимия рек.
8. Гидрохимия озёр.
9. Природные факторы, влияющие на состав природных вод.
10. Антропогенные факторы, влияющие на состав природных вод.
11. Антропогенное эвтрофирование природных вод.

12. Гидрохимия Мирового океана.
13. Антропогенное воздействие на Мировой океан.
14. Примеси природных и сточных вод: взвешенные вещества.
15. Примеси природных и сточных вод: растворённые органические вещества.
16. Примеси природных и сточных вод: растворённые минеральные вещества.
17. Примеси природных и сточных вод: растворённые газы.
18. Влияние примесей на свойства воды.
19. Изменение состояния окружающей среды во времени.
20. Глобальный круговорот химических веществ (на примере любого вещества по выбору студента).

Задача 1

Для приближённого расчёта общего солесодержания природных вод нередко определяют суммарное содержание главных ионов, пренебрегая содержанием микроэлементов.

Используя данные анализа воды, приведённые в табл. 1, рассчитайте содержание ионов Na^+ и K^+ , выраженное в мэкв/л (мг-экв/л) и мг/л, и общее солесодержание воды, выраженное в мэкв/л. Относительные атомные массы элементов, необходимые для расчёта эквивалентов ионов, приведены в приложении 1.

Таблица 1

Ионный состав речных вод

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$[\text{Ca}^{2+}]$, мэкв/л	2,10	0,40	4,10	3,20	4,15	1,85	3,16	4,50	2,37	0,23
$[\text{Mg}^{2+}]$, мэкв/л	0,78	0,10	1,84	0,64	1,50	0,25	1,52	1,55	1,64	0,20
$[\text{HCO}_3^-]$, мэкв/л	2,00	0,45	3,44	3,80	4,26	1,77	4,40	3,56	2,80	0,40
$[\text{SO}_4^{2-}]$, мэкв/л	0,98	0,09	2,34	0,29	2,33	0,37	0,51	2,57	1,49	0,06
$[\text{Cl}^-]$, мэкв/л	0,39	0,11	0,56	0,11	0,40	0,48	0,28	0,70	1,08	0,08

Схема решения задачи 1

В любом растворе суммарная эквивалентная концентрация анионов равна суммарной эквивалентной концентрации катионов. Следовательно, сумма $[\text{Na}^+]$ и $[\text{K}^+]$ может быть найдена по разности между суммой концентраций всех анионов ($[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{SO}_4^{2-}]$ и $[\text{Cl}^-]$) и известными концентрациями катионов - $[\text{Ca}^{2+}]$ и $[\text{Mg}^{2+}]$.

Далее можно рассчитать концентрацию всех ионов в мг/л путем умножения эквивалентной концентрации данного иона на массу эквивалента (Э).

Зная концентрации ионов в мг/л, по Приложению 2 можно определить реку, из которой была взята проба воды, и содержание ионов Na^+ и K^+ в мг/л.

Индивидуальные концентрации Na^+ и K^+ в мэкв/л и мг/л определяются при решении системы уравнений:

$$a = [\text{Na}^+], \text{ мг/л}$$

$$b = [\text{K}^+], \text{ мг/л}$$

$$a + b = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]), \text{ мг/л}$$

$$a / \text{Э}_{\text{Na}} + b / \text{Э}_{\text{K}} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]), \text{ мэкв/л.}$$

Суммарное солесодержание воды в мэкв/л определяется путём суммирования эквивалентных концентраций всех находящихся в ней ионов.

Задача 2

Используя номограмму, представленную в приложении 3, определите индекс стабильности воды (индекс насыщения карбонатом кальция), по данным, приведённым в табл. 2. Как нужно изменить щёлочность воды, чтобы она стала стабильной?

Таблица 2

Показатели состава и свойств воды

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °C	80	70	20	40	50	30	65	75	45	60
[Ca ²⁺], мг/л	80	90	100	100	120	150	150	180	200	50
Щёлочность, мг-экв/л	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	1,0
Общее солесодержание, мг/л	400	450	500	500	650	700	800	900	1000	300
pH	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	6,8

Схема решения задачи 2

Значению каждого параметра воды (t , $[Ca^{2+}]$, $Щ$ и P) соответствует некоторое значение соответствующей функции ($f(t)$, $f(Ca^{2+})$, $f(Щ)$ и $f(P)$). Зная эти функции, можно определить pH_s и I .

$$pH_s = f(t) - f(Ca^{2+}) - f(Щ) + f(P)$$

$$I = pH - pH_s$$

При $I=0$ вода стабильна; при $I > 0$ выделяется $CaCO_3$; при $I < 0$ вода коррозионно-агрессивна.

Задача 3

Исходя из данных, приведённых в табл. 3, напишите реакцию окисления органического вещества и рассчитайте теоретическое ХПК воды. При составлении уравнений следует полагать, что органический азот переходит в NH_3 .

Таблица 3

Концентрация органических веществ в воде

Вариант	1	2	3	4	5
Вещество	этанол	ацетон	анилин	толуол	глицерин
Концентрация, мг/л	80	90	100	50	120

Продолжение табл. 3

Вариант	6	7	8	9	10
Вещество	уксусная кислота	метанол	стирол	этиламин	фенол
Концентрация, мг/л	150	75	60	200	50

Библиографический список

1. Вольф И.В., Синякова М.А. Химия окружающей среды. - СПб.: СПбГТУ РП, 2013. – 90 с.
2. Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли. - СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 625 с.
3. Вольф И.В. Химия окружающей среды. - СПб.: СПбГТУРП, 2006. – 126 с.
4. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. - М.: Высшая школа, 2007. – 463 с.
5. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков. / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. - М.: Высшая школа, 2008. – 344 с.
6. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. - М.: Высшая школа, 2008.- 334 с.
7. Ложниченко О.В., Волкова И.В., Зайцев В.Ф. Экологическая химия. - М.: Академия, 2008. – 272 с.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование. - М.: Мысль, 1990. – 638 с.
9. Лейкин Ю.А. Основы экологического нормирования. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 396 с.

Содержание

Указания к выполнению контрольной работы	3
Контрольные вопросы	3
Задача 1	5
Задача 2	6
Задача 3	6
Библиографический список	8
Приложение 1	9
Приложение 2	10
Приложение 3	11

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВЫДЕРЖКА ИЗ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

		ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ									
период	группы	I		II		III	IV	V	VI	VII	VIII
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	I	¹ H 1,00797 ВОДОРОД								H 1	² He 4,0026 ГЕЛИЙ
2	II	³ Li 6,939 ЛИТИЙ	⁴ Be 9,0122 БЕРИЛИЙ			⁵ B 10,811 БОР	⁶ C 12,01115 УГЛЕРОД	⁷ N 14,0067 АЗОТ	⁸ O 15,9994 КИСЛОРОД	⁹ F 18,9984 ФТОР	¹⁰ Ne 20,183 НЕОН
3	III	¹¹ Na 22,989 НАТРИЙ	¹² Mg 24,312 МАГНИЙ	¹³ Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ	¹⁴ Si 28,086 КРЕМНИЙ			¹⁵ P 30,9738 ФОСФОР	¹⁶ S 32,064 СЕРА	¹⁷ Cl 35,453 ХЛОР	¹⁸ Ar 39,948 АРГОН
4	IV	¹⁹ K 39,102 КАЛИЙ	²⁰ Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ	²¹ Sc 44,956 СКАНДИЙ	²² Ti 47,90 ТИТАН			²³ V 50,942 ВАНАДИЙ	²⁴ Cr 51,996 ХРОМ	²⁵ Mn 54,938 МАРГАНЕЦ	²⁶ Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО
	V	²⁹ Cu 63,54 МЕДЬ	³⁰ Zn 65,37 ЦИНК	³¹ Ga 69,72 ГАЛЛИЙ	³² Ge 72,59 ГЕРМАНИЙ			³³ As 74,9216 МЫШЬЯК	³⁴ Se 78,96 СЕЛЕН	³⁵ Br 79,906 БРОМ	³⁶ Kr 83,86 КРИПТОН
5	VI	³⁷ Rb 85,47 РУБИДИЙ	³⁸ Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	³⁹ Y 88,905 ИТРИЙ	⁴⁰ Zr 91,22 ЦИРКОНИЙ			⁴¹ Nb 92,906 НИОБИЙ	⁴² Mo 95,94 МОЛИБДЕН	⁴³ Tc [99] ТЕХНЕЦИЙ	⁴⁴ Ru 101,07 РУТЕНИЙ
	VII	⁴⁷ Ag 107,870 СЕРЕБРО	⁴⁸ Cd 112,40 КАДМИЙ	⁴⁹ In 114,82 ИНДИЙ	⁵⁰ Sn 118,69 ОЛОВО			⁵¹ Sb 121,75 СУРЬМА	⁵² Te 127,60 ТЕЛЛУР	⁵³ I 126,9044 ИОД	⁵⁴ Xe 131,3 КСЕНОН
6	VIII	⁵⁵ Cs 132,905 ЦЕЗИЙ	⁵⁶ Ba 137,34 БАРИЙ	⁵⁷ La* 138,91 ЛАНТАН	⁷² Hf 178,49 ГАФНИЙ			⁷³ Ta 180,948 ТАНТАЛ	⁷⁴ W 183,85 ВОЛЬФРАМ	⁷⁵ Re 186,2 РЕНИЙ	⁷⁶ Os 190,2 ОСМИЙ
	IX	⁷⁹ Au 196,967 ЗОЛОТО	⁸⁰ Hg 200,59 РУТУТЬ	⁸¹ Tl 204,37 ТАЛЛИЙ	⁸² Pb 207,19 СВИНЕЦ			⁸³ Bi 208,980 ВИСМУТ	⁸⁴ Po [209] ПОЛОНИЙ	⁸⁵ At [210] АСТАТ	⁸⁶ Rn [222] РАДОН
7	X	⁸⁷ Fr [223] ФРАНЦИЙ	⁸⁸ Ra [226] РАДИЙ	⁸⁹ Ac** [227] АКТИНИЙ	¹⁰⁴ Ku [227] КУРЧАТОВИЙ						

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Химический состав воды некоторых рек

Река и пункт	Концентрация, мг/л						
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Сумма ионов
Печора, с. Усть-Цильма	4,6	2,4	3,2	24,4	2,6	3,0	40,2
Сев. Двина, д. Звоз	41,4	9,4	13,4	122	47,1	14	247,3
Нева, с. Ивановское	8,0	1,2	3,8	27,5	4,5	3,8	48,8
Южный Буг, с. Александровское	63,2	18,3	12,5	268,4	24,5	9,8	396,7
Днепр, с. Разумовка	55,7	11,8	2,3	195,4	12,9	9,2	287,3
Десна, г. Чернигов	64,0	7,7	8,7	231,8	14,1	3,9	330,2
Дон, ст. Аксайская	82,0	18,0	52,2	260,0	112	14,0	538,2
Кубань, хутор Тиховский	37,0	3,0	12,0	108,0	18,0	17,0	195
Терек, ст. Карагалинская	89,9	18,6	21,2	216,9	123,4	24,9	494,9
Калаус, с. Петровское	303	379	1769	378	3527	1548	7904
Кура, с. Сальяны	47,5	19,7	34,5	170,8	71,6	38,3	382,4
Волга, г. Вольск	80,4	22,3	12,5	210,4	112,3	19,9	457,8
Ока, г. Муром	58,8	11,2	18,3	34,5	10,8	4,6	138,2
Москва, с. Татарово	61,5	14,2	23,0	250,7	5,6	2,3	357,3
Кама, с. Чистополь	82,2	21,0	10,3	190,3	132,0	13,5	449,3
Урал, г. Чкалов	106,2	27,4	11,0	265,4	156,1	14,2	580,3
Эмба, урочище Дюссюке	165,7	46,7	333,2	245,9	345,5	504,6	1641,6
Нура, с. Романовское	386	38,0	132,5	124,6	145,6	172	998,7
Сырдарья, Кокбулак	105,8	1,2	1,2	153,1	105,3	35,9	402,5
Амударья, г. Турткуль	89,5	3,2	11,4	140,4	78,9	45,4	368,8
Омь, г. Новосибирск	24,3	5,4	0,4	85,6	13,0	0,0	128,7
Иртыш, г. Омск	24,5	4,7	0,1	79,3	15,3	3,4	127,3
Ишим, г. Акмолинск	81,5	77,3	13,0	124,0	386,7	529	1211,5
Лена, с. Кюсюр	18,0	3,8	18,8	66,4	21,2	15,2	143,4
Енисей, г. Красноярск	19,3	4,0	1,5	73,2	4,0	12,6	114,6
Яна, г. Верхоянск	8,2	2,1	0,5	31,7	2,8	1,5	46,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ВОДЫ

