ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
«ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ»

2.1. Цель и задачи

Цель – закрепление теоретических знаний по курсу «Оценка воздействия на окружающую среду» и получение практических навыков обработки аналитических данных для оценки уровня загрязнения водных объектов.

Задачи работы:

1. Проработка теоретического материала об источниках загрязнения водных объектов и видов загрязняющих веществ; критериях оценки качества водных объектов.
2. Изучение методов расчета показателей оценки качества воды и загрязненности донных отложений.

Материал по данной теме предлагается для решения в виде задач, составленных на основе реальных данных по объемам сбросов загрязняющих веществ в водные объекты России из различных литературных источников, а также результатов исследований кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

2.2. Схема выполнения работы

1. Изучить литературные источники для получения информации о методах расчета показателей качества водных объектов.
2. На основе экспериментальных данных о содержании загрязняющих веществ в водных объектах определить уровень загрязнения поверхностных вод и донных отложений.

На первом этапе проводится знакомство с методами расчета показателей качества водных объектов.

Понятие качества воды включает совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам, как содержание взвешенных веществ и плавающих примесей, температура, окраска, запахи и привкусы, величина pH, БПК, ХПК, содержание растворенного кислорода, содержание химических веществ и микроорганизмов.

Чаще всего оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений с нормативными и относятся к единичным. Однако отдельные данные не дают представлений о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно относить степень качества к той или иной категории. В этом случае используют числовые характеристики качества воды по ряду основных показателей и видам водопользования. Эти характеристики называются ***индексами загрязнения***

воды (ИЗВ) и широко применяются в практике оценки качества вод. Наибольшее распространение получил метод оценки качества вод, разработанный в Гидрохимическом институте (г. Ростов-на-Дону). Достоинство метода состоит в том, что наряду с возможностью проведения оценок по комплексу показателей загрязняющих веществ он позволяет учитывать частоты их нормативных превышений.

При использовании данного метода, сперва для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышений ПДК ***(Ki)*** и повторяемости случаев превышения ***Hi***, а также общий оценочный балл ***Bi:***

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i} \quad ; \quad H_i = \frac{N_{ПДКi}}{N_i} \times 100\ \%; B_i = K_i \cdot H_i \qquad (2.2.1)$$

где ***Ci*** - концентрация в воде ***i***-го ингредиента;

ПДКi – нормативное значение концентрации ингредиента i-го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения;

Nпдкi – число случаев превышения ПДК по i-му

ингредиенту; ***Ni*** – общее число измерений i-го ингредиента.

Вещества, для которых величина общего оценочного балла (***Bi***) больше или равна 11, выделяются как *лимитирующие показатели загрязненности* (**ЛПЗ**).

*Комбинаторный индекс загрязненности (**КИЗ**)* рассчитывается как сумма общих оценочных баллов ($\sum_{i=1}^{N} B_i$) всех учитываемых ингредиентов.

По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается принадлежность к тому или иному классу загрязненности воды (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1

Классификация загрязненности воды водных объектов

Величина комбинаторного индекса загрязненности воды	Класс загрязненности воды				
	I	II	III	IV	V
	условно чистая	слабозагрязненная	загрязненная	грязная	очень грязная
Отсутствие ЛПЗ	<1	1-2	2,1-4,0	4,1-10	>10,0
1 ЛПЗ	<0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,0	>9,0
2 ЛПЗ	<0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	>8,0
3 ЛПЗ	<0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	>7,0
4 ЛПЗ	<0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	>6,0
5 ЛПЗ	0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

Для сравнительной оценки загрязнения водной среды используются различные индексы, которые позволяют учесть присутствие нескольких загрязняющих веществ.

К категории наиболее часто используемых показателей для оценки качества водных объектов относят комплексный гидрохимический *индекс загрязнения воды* (**ИЗВ**).

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывается по шести-семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель pH, биологическое потребление кислорода – БПК$_5$) является обязательной.

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^{T} \left(\frac{C_i / ПДК_i}{N} \right) \qquad (2.2.2)$$

где $\boldsymbol{C_i}$ – концентрация i-го компонента (в ряде случаев – значение параметра);

$\boldsymbol{ПДК_i}$ – установленная нормативная величина для i-го компонента соответствующего типа водного объекта;

$\boldsymbol{N}$ – число показателей, используемых для расчета индекса;

В зависимости от величины ***ИЗВ*** участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 2.2.2).

Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и т.д.).

Таблица 2.2.2

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Помимо приведенных выше способов нормирования качества водных объектов по гидрохимическим показателям существует и другой

подход, основанный на применении биоиндикационных методов исследования. При этом, анализируются присутствие и численность организмов определенных видов, обитающих в исследуемой среде, в качестве показателей естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. В России для оценки качества воды на основе гидробиологических показателей наибольшее применение нашел так называемый *индекс сапробности водных объектов* ***(S)***, а также индексы Вудивисса и Майера.

Индекс сапробности относится к интегральным характеристикам состояния водоемов и рассчитывается, исходя из индивидуальных характеристик сапробности видов, представленных в различных водных сообществах (фитопланктоне, перифитоне). По результатам расчетов в соответствии с численным значением ***S*** нормируется качество воды.

Следует отметить, что сами по себе интегральные показатели еще не характеризуют уровень антропогенной нагрузки. Высокие значения ***ИЗВ*** могут быть обусловлены также и природными особенностями водосбора, например, наличием подзолистых почв и торфяников, которые обуславливают высокое содержание в воде органических веществ, а также высокое природное содержание меди, железа, марганца и низкие значения концентрации растворенного кислорода. В данном случае даже реки с весьма незначительной антропогенной нагрузкой будут отнесены к категориям по индексам загрязнения воды «чрезвычайно грязные» и «грязные». Таким образом, оценку состояния водоема необходимо осуществлять с привязкой к естественному историческому фону.

При оценке качества водных объектов следует также учитывать состояние *донных отложений*.

В связи с отсутствием нормативов для *донных отложений* при комплексной оценке загрязненности вод и донных отложений используют показатели превышения концентрации элементов относительно фона ($C_{фi}$) или коэффициенты концентрации K_c:

$$K_c = C_i / C_{фi} \qquad (2.2.3)$$

где C_i – концентрация i-го компонента в донных отложениях.

В связи с тем что загрязнение вод и донных отложений происходит несколькими элементами, для них рассчитывается ***суммарный показатель загрязнения*** (Z_c), отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum K_c - (n-1) \qquad (2.2.4)$$

где ***n*** – число учитываемых в расчете элементов.

Далее по значению показателю Z_c и превышению нормативов химического состава воды в расчетном пункте по отношению к фону производится отнесение воды и донных отложений к одному из уровней загрязненности (табл. 2.2.3).

Таблица 2.2.3

Ориентировочная шкала оценки загрязненности водных систем (Геохимия…, 1990)

Уровень загрязненности	Z_c токсичных элементов в донных отложениях	Содержание токсичных элементов в воде
Слабый	10	Слабо повышенное относительно фона
Средний	10-30	Повышенное относительно фона, эпизодическое превышение ПДК
Сильный	30-100	Во много раз выше фона, стабильное превышение отдельными элементами уровней ПДК
Очень сильный	>100	Практически постоянное присутствие многих элементов в концентрациях выше ПДК

В целях определения степени загрязнения донных отложений тяжелыми металлами в Германии и др. странах используют *игео-классы,* или *индексы геоаккумуляции,* по Г. Мюллеру (табл. 2.2.4), которые определяются на основании уравнения:

$$I - geo_n = \lg 2\left(C_n / 1{,}5B_n\right) \qquad (2.2.5)$$

где C_n – измеренная концентрация элемента n в донных отложениях (наиболее часто используют фракции менее 0,02 мм, как обладающие наибольшей сорбционной емкостью);

B_n – фоновая концентрация элемента n, определяется по данным специальных исследований с учетом региональных особенностей рассеивания элемента;

1,5 – коэффициент учета вариаций природных концентраций элемента.

Данный показатель является основанием для отнесения донных отложений рек к одному из классов качества (табл. 2.2.5). Эта классификация может быть использована для картографирования донных отложений по каждому из тяжелых металлов, что, в свою очередь, дает возможность оценить техногенную нагрузку на речные экосистемы и выявить неблагополучные в экологическом отношении участки рек.

Таблица 2.2.4

Значения концентраций основных тяжелых металлов по игео-классам (по Г. Мюллеру)

Элемент	Фон элемента, мкг/кг	Классы геоаккумуляции (игео-классы)						
		0	1	2	3	4	5	6
Fe	4,72	7,08	14,16	28,32	56,64	>56,64		
Mn	850	1275	2550	5100	10200	20400	40800	>81600
Cd	0,3	0,45	0,90	1,8	3,6	7,2	14,4	>28,8
Zn	95	142,5	285	570	1140	2280	45600	>9120
Pb	20	30	60	120	240	480	960	>1920
Cu	42	67,5	135	270	540	1080	2160	>4320
Ni	68	102	204	408	816	1632	3264	>6528
Co	19	28,5	57	114	228	456	912	>1824
Cr	90	135	270	540	1080	2160	4320	>8640
As	13	19,5	39	78	156	312	624	>1248
Hg	0,4	0,6	1,2	2,4	4,8	9,6	19,2	>38,4

Таблица 2.2.5

Характеристика уровней загрязнения донных отложений по игео-классам и техногенной нагрузке на водные экосистемы (по Г. Мюллеру)

Игео-класс	Уровень загрязнения тяжелыми металлами	Техногенная нагрузка на водные экосистемы	Экологические зоны водных экосистем; классы состояния донных осадков
0	Незагрязненный	Слабая (малоопасная)	Зоны нормы; класс удовлетворительного (благоприятного) состояния
1	Незагрязненный до умеренно загрязненного		
2	Умеренно загрязненный	Умеренная (умеренно опасная)	Зона риска; класс неблагоприятного состояния
3	Среднезагрязненный		
4	Сильно загрязненный	Сильная (опасная)	Зона кризиса; класс весьма неблагоприятного состояния
5	Сильно загрязненный (до чрезмерно загрязненного)		
6	Чрезмерно загрязненный	Чрезмерная (чрезвычайно опасная)	Зона бедствия; класс катастрофического состояния

На втором этапе выполнения работы проводится решение задач для определения уровня загрязнения поверхностных водных объектов и донных отложений.

Задача 1. Используя оценки качества воды на основании таблицы 2.2.6 рассчитать лимитирующие показатели загрязненности, комбинаторный индекс и индекс загрязнения воды. С помощью полученных интегральных оценок отнести полученные результаты к одному из классов загрязненности (качества) воды. Для взвесей в знаменателе приведены значения в фоновом створе.

Задача 2. Используя приведенные данные в таблице 2.2.7 о содержаниях химических элементов в воде, определите степень загрязненности рек.

Таблица 2.2.7

Среднемноголетние содержания химических элементов в реках СНГ, мкг/л (Справочник.., 1996)

Река	**Cu**	**Zn**	**V**	**Mn**	**Ni**	**Mo**
Северная Двина	5,8	22	1,3	15	3,9	1,2
Печора	2,7	19	0,4	12	3,6	0,4
Нева	8,8	39	0,0	2,1	0,0	0,0
Днепр	3,6	12	1,9	14	3,5	1,2
Дон	4,3	22	5,5	8,3	3.9	3,9
Дунай	5,9	24	30	28	2,2	-
Волга	5,1	46	2,3	7,4	3,5	1,2
Урал	3,8	25	2,5	7,5	3,8	1,2
Обь	5,0	19	0,5	9,0	3,0	0,6
Енисей	4,0	13	1,0	6,0	3,0	1,0
Хатанга	4,0	23	1,0	6,0	2,0	0,6
Лена	2,0	13	0,6	7,0	2,0	0,8
Индигирка	5,0	15	0,4	14	2,1	0,8
Колыма	2,0	26	2,9	4,0	6,0	0,0
Кубань	3,8	15	2,0	3,8	2,8	1,9
Амур	6,0	18	1,0	15	2,0	2,0
Риони	4,7	16	3,1	14	2,3	3,1
Кура	6,1	6,9	5,3	7,6	3,8	7,6
Сырдарья	3,9	3,9	3,1	6,2	3,9	9,4
Амударья	1,0	7,6	3,0	5,0	3,0	4,0
Фон	0,1	12	1,0	20	0,5	1,0
Базовые уровни в незагрязненных пресных водах	3-13	5-300	0,3-1,9	2-14	1,1-3,0	0,3-2,6
Среднее содержание химических элементов в питьевой воде	7,0	20	1	10	2,5	1,0
$ПДК_{р.х}$	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	1,2

Таблица 2.2.6

Характеристика загрязненности поверхностных вод в 1999 г. на территории Московской области (по данным Москомгидромета)

Река	Пункт наблюдения	Показатели, мг/л											
		O_2	БПК5		Фенолы						Cu		
Лама	Егорье	7,33	7,12	88,5/ 47,0	0,007	0,44	4,4	0,14	0,41	0,15	0,023	0,83	446,9
Дубна	Вербилки	8,53	6,27	70,0	0,029	0,51	2,3	0,11	1,20	0,48	0,024	0,60	453,9
Кунья	Красно-заводск	8,96	4,39	91,0/ 49,4	0,005	0,56	1,4	0,206	1,00	0,295	0,020	0,81	410,9
Сестра	Трехсвят-ское	8,04	5,04	66,5/ 37,3	0,009	0,32	4,0	0,216	0,47	0,13	0,018	-	430
Ока	Серпухов	8,22	6,47	11/ 47,0	0,010	0,90	3,4	0,15	4,91	0,51	0,083	-	423,6
Ока	Кашира	7,84	6,20	96/ 46,4	0,008	0,41	2,6	0,087	0,47	-	0,028	-	422,1
Москва	д. Барсуки	8,46	11,8	102/ 52,5	0,012	0,41	3,7	0,039	1,09	0,18	0,027	-	620,8
Москва	г. Москва	6,43	9,61	291,5/ 46,5	0,021	0,95	3,5	0,165	2,01	0,432	0,039	3,50	517,8
ПДКр.х.		Не менее 4 зимой, не менее 6 летом	2,0 мг/л O_2/л	0,75	0,001	0,05	0,02	0,08	0,01	0,2	0,001	0,1	1000

Задача 3. По приведенным ниже концентрациям химических элементов в донных отложениях, взвесях, воде (табл. 2.2.8) определите уровень загрязненности водных объектов. Основные процессы, определяющие миграцию химических элементов в водохранилищах: высокая биологическая продуктивность, седиментация терригенного материала, изменчивость геохимических обстановок и т.д.

Таблица 2.2.8

Средние содержания микроэлементов в воде, взвеси и донных отложениях в днепровских водах, мкг/л (Справочник.., 1996)

Водохранилище	В воде			Во взвеси			В донных отложениях		
	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn	Cu
Киевское	82	10,5	6,5	27,3	51,6	9,7	1080	64	13
Кременчугское	20	3,1	3,7	14,4	32,0	3,4	700	32	20
Днепродзержинское	22	3,5	3,7	21,2	43,5	2,3	60	32	4,8
Запорожское	18	7,2	4,2	33,1	42,1	5,2	72	27	14
Каховское	12	3,5	4,7	15,7	27,0	2,5	1146	42	51
Фоновое содержание	10	10	3	11	14,6	7,62	250	123	12

Задача 4. Охарактеризуйте уровень загрязнения донных отложений (табл. 2.2.9) с помощью игео-классов в техногенных илах на участке ниже города. Оцените сорбционную способность по отношению к металлам различных фракций.

Таблица 2.2.9

Содержание химических элементов в техногенных илах на участке реки, мкг/кг (Геохимия …, 1990)

Эл-т	Фракции (мм)										Валовое содержание	
	1-0,25		0,25-0,1		0,1-0,01		0,01-0,005		< 0,005			
	C	K_c	C	K_c	C	K_c	C	K_c	C	K_c	C	K_c
A1	18400	0,8	26900	0,9	52800	1,8	75600	1,8	87000	3,3	43700	1,4
Ti	305	0,9	663	2,7	2617	1,9	3414	1,5	4671	1,2	1887	1,5
V	28	2,8	24	1,7	45	1,4	7	1,2	116	1,3	41	2,2
Cr	108	6,8	110	37	350	6	429	5,1	449	7,5	247	5
Mn	250	3,1	344	2,5	448	1,2	492	0,8	472	0,7	354	1,8
Fe	42800	24	57400	24	85800	36	18200	8,7	15400	24	79475	34
Ni	86	2,8	97	7,5	154	6,2	274	7	353	7,5	143	6
Zn	218	1,8	321	2,8	422	3,5	511	2,1	570	2,6	380	3,1
Ag	1,99	3	1,58	4	3,7	8	47	6,7	4,6	5,8	2,84	22
Sb	68	22,6	58	18	143	24	256	13,5	261	8,2	117	19
Hg	0,083	83	0,04	40	0,26	5,2	0,22	1,1	0,22	1,1	0,164	4
Pb	182	6,5	212	16,3	431	19,6	716	23	914	15,8	328	15

Задача 5. По данным таблицы 2.2.10 рассчитайте индекс загрязнения воды рек и оцените класс ее качества.

Таблица 2.2.10

Средние значения показателей качества поверхностных вод в районах промышленных центров Иркутской области (Чебаненко и др., 2002)

Водный объект	Гидрохимические показатели, мг/л				Вредные примеси, мг/л			
	$БПК_5$	Взвешенные вещества	SO_4^{2-}	Cl^-	Азот аммонийный	Нефтепродукты	Hg	Cu, мкг/л
Ангара, створ в р-не г. Иркутска	2,04	14,71	11,87	3,81	0,49	0,09	0,031	4,84
Ангара, створ в р-не г. Ангарска	1,07	8,81	8,10	1,01	0,18	0,08	-	1,50
Иркут, створ в р-не г. Шелехова	1,83	6,48	42,3	22,0	0,05	0,12	-	4,20
Ангара, створ в р-не г. Усолье-Сибирское	1,62	11,9	14,3	45,3	0,16	0,09	0,088	5,00
Илим, створ в р-не г. Усть-Илимска	1,89	2,17	9,90	3,95	0,06	0,24	-	0,01
Братское вдхр., створ в р-не г. Братска	1,30	2,80	9,23	2,53	0,14	0,15	-	2,00
ПДК, мг/л	4,0 мг O_2/дм^3	0,75	100	300	0,5	0,05	0,01	0,001

Задача 6. Используя приведенные ниже данные о содержании химических элементов в р. Ушайка (г. Томск), определите степень ее загрязненности (табл. 2.2.11).

Таблица 2.2.11

Элементный состав воды р. Ушайка по данным ICP-MS, мг/л (Дмитриева, 2012)

Место отбора / Эл-ты	1- пос. Степановка	2- ул. Льва Толстого	3- пл. Ленина	ПДКр.х.
Al	0,032	0,047	0,056	0,04
Mn	0,064	0,09	0,094	0,01
Fe	0,49	0,43	0,5	0,1
Mo	0,00084	0,0035	0,0031	0,001
Cu	0,001	0,001	0,001	0,001
Zn	0,001	0,002	0,001	0,01
V	0,001	0,001	0,001	0,0001

2.3. Содержание и оформление отчета

После выполнения лабораторной работы представляется отчет на стандартных листах А4 (297х210 мм). Объем текста – 5-10 страниц.

Работа включает следующие разделы:

Введение.

1. Основные источники загрязнения водных объектов.
2. Показатели оценки качества водных объектов.
3. Результаты расчета показателей качества воды.

Заключение Литература

Во *введении* необходимо указать цель работы, основные задачи исследования и исходный материал.

В *первом разделе* на базе изучения литературных материалов приводится характеристика основных источников загрязнения водных объектов на урбанизированных территориях. Указываются основные виды загрязняющих веществ, поступающих со сбросами промышленных предприятий в поверхностные водные объекты.

Во *втором разделе* описываются критерии и показатели оценки загрязненности водных объектов.

В *третьем разделе* предоставляются результаты решения задач по определению уровня загрязнения поверхностных вод и донных отложений. Приводятся выводы после решения каждой задачи.

В *заключении* даются выводы по выполненной работе.

В конце работы приводится *список литературы*, использованной в процессе выполнения задачи.

Выполненная работа сдается для проверки преподавателю в срок, указанный в рейтинг-плане. После проверки работы преподавателем студент защищает выполненную работу в опросно-ответной форме. Образец оформления титульного листа стандартен.

2.4. Список рекомендуемой литературы

1. Водный кодекс Российской Федерации (от 03.06.2006 №74-ФЗ, в редакции от 01.01.2014 г.). – М., 2007.

2. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

3. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.5.980–00. – М., 2000.

4. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. Санитарные правила. – СП 2.1.5.1059–01. – М., 2001.

5. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.4.1110–02. – М., 2002.

6. Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 19.12.2007 г. № 90). Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.5.2307-07. – М., 2007.

7. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. (Утв. Главным государственным санитарным врачом 27.04.2003 г. Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003 г. № 4550). Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.5.1315–03. – М., 2003.

9. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: Теория и практикум: Учеб. пособие / Под ред. А.П. Хаустова. – М.: РУДН, 2009. – 613 с.

10. Справочник по охране геологической среды / Г.В. Войткевич [и др.] / Под ред. Г.В. Войткевича. – Т.2. – Ростов-н./Д.: Феникс, 1996. – 509 с.

11. Чебаенко Б.Б. Байкальский регион. Пределы устойчивости / Б.Б. Чабаенко, Е.П. Майсюк. – Новосибирск: Наука, 2002.

12. Alexandrine Estèbe, Jean-Marie Mouchel and Daniel R.Thévenot. Urban runoff impacts on particulate metal concentrations in river Seine // Water, Air, Soil pollution. – 1998. – № 108. – Pp. 83–105.

13. Emmanuelle Montarges-Pelletier, Laurent Jeanneau The junction of Fensch and Moselle rivers, France; mineralogy and composition of river materials // Environ Geol, 2007. – № 53 – Pp. 85–102.

14. Environmental Geology [Электронный ресурс]. – 374 Items. – Berlin: Springer Berlin Heidelberg: Springer Netherlands, 1999. – (Encyclopedia of Earth Science). – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – <URL:http://www.springerlink.de/reference-works/>.

15. Sharma B. K. An introduction to Environmental Pollution / B.K. Sharma. – India: Krishna Prakashan Media LTD, 2001.

16. Singh B.P. Isotopes in Hydrology, Hydrogeology and Water Resources / B. P. Singh, B. Kumar. – New Delhi: Narosa Publishing House, 2005. – 188 p.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поясните термины: «водный объект», «качество воды» и «крите-рий качества воды».
2. По каким параметрам производится оценка качества воды?
3. Какие интегральные показатели оценки качества воды вы знаете?
4. Как классифицируются водные объекты по показателям оценки их качества?
5. Что понимается под лимитирующим признаком вредности в воде?
6. Какие санитарно-гигиенические нормативы состояния водных объектов вы знаете?
7. Понятия: «ПДК» и «ОДУ».
8. Какие существуют показатели оценки состояния донных отложе-ний?