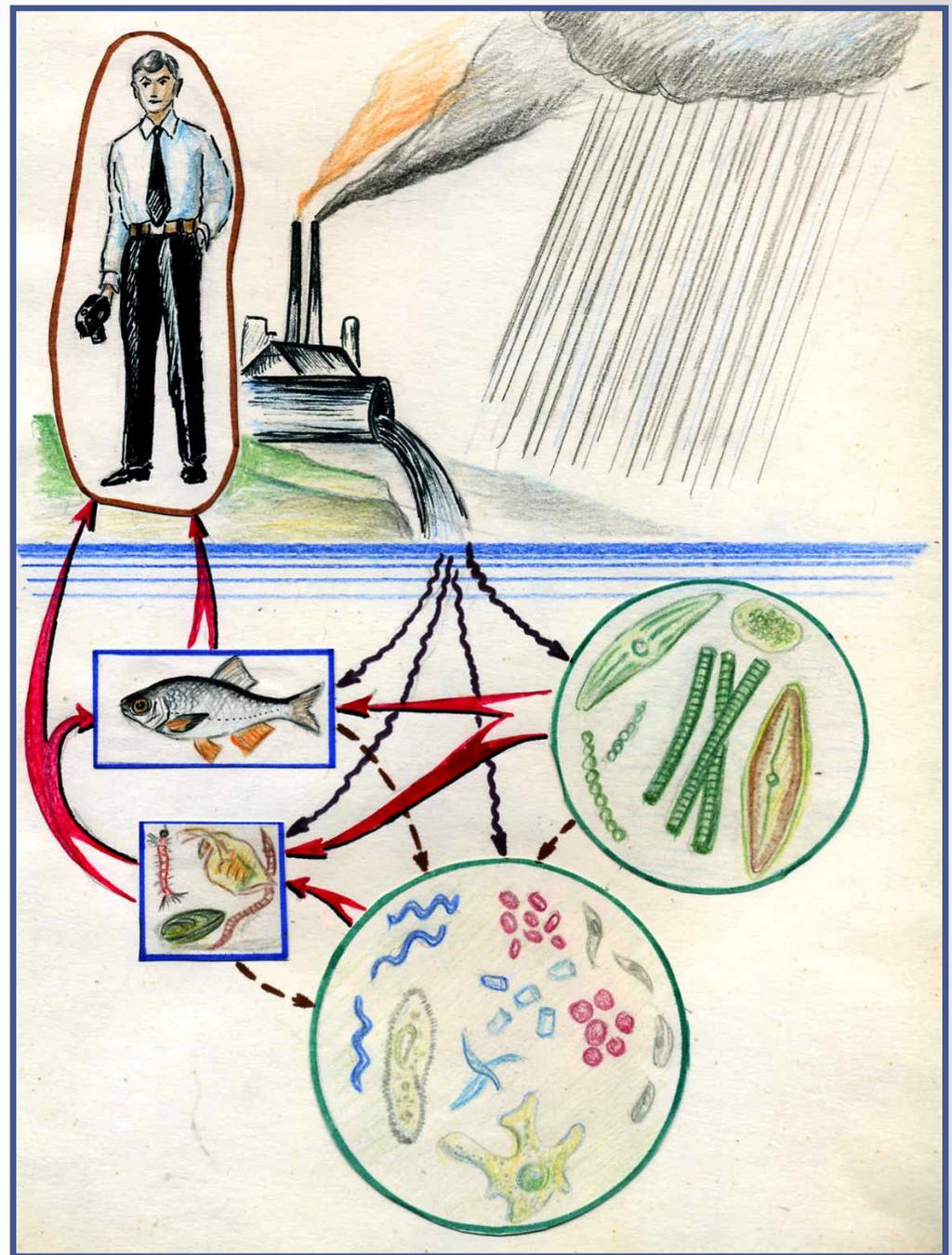


«Водная биота Москвы и оценка уровня загрязнения водоёмов»

*Филенко Олег Федорович
профессор, д.б.н.*

Водная среда и антропогенное загрязнение



Показатели состояния водоемов по физическим и органолептическим свойствам

Степень загрязнения	Взвешенные вещества мг/л	Прозрачность		Запах в баллах	Нефть		pH
		по Секки, в м	По Снеллену, в см		в баллах	в мг/л	
Очень чистые	1—3	>2	>30	1	0	0.00	6.5—8.0
Чистые	4—10	2—1	30-20	2	1	0.1-0.2	6.5—8.5
Умеренно загрязненные	11—19	1—0.3	19—3.0	3	2	0.3	6.0—9.0
Загрязненные	20—50	0.3—0.1	2.0—1.0	4	3	1	5—6, 9—10
Грязные	51—100	0.1—0.02	<1.0—0.5	5	4	2	5—6, 9—10
Очень грязные	>100	<0.02	< 0.5	5	5	5	2—4, 11—13

Химические показатели состояния водоемов

Степень загрязнения	Растворенный кислород		% Насыще- ния	БПК ₅ , в мг/л	Окисляе- мость, в мг/л O ₂	Аммони- й-ный азот, в мг/л	Токсичны е вещества в долях ПДК	Радиоактив- ность общая в долях норматива
	в мг/л							
	Лето	Зима						
Очень чистые	9	14—13	95	0.5—1.0	1	0.05	0	0.1
Чистые	8	12—11	80	1.1—1.9	2	0.1	0.1—0.9	0.1
Умеренно загрязненные	7—6	10—9	70	2.0—2.9	3	0.2—0.3	1.0—5.9	1.0
Загрязненные	5—4	5—4	60	3.0—3.9	4	0.4—1.0	6.0—10.9	10
Грязные	3—2	3—1	30	4.0—10.0	5—15	1.1—3.0	11.0—20.0	100
Очень грязные	0	0	0	>10	>15	>3	>20	1000

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^6 \frac{C_i / ПДК_i}{6}$$

Показатели - концентрация растворенного кислорода, рН, БПК₅ и т.д.

C_i - среднее за год значение i -го показателя;
 $ПДК_i$ - предельно допустимая величина фактора

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

Экологические изменения в зоне поступления сточных вод

(Hynes H.B.N. *The biology of polluted waters*. Liverpool University press, Liverpool.1960)



Связь между природной водой, как средой обитания, и населяющими водоем живыми организмами была использована для гидробиологического контроля качества вод [Mez, 1898; Kolkuitz, Marsson, 1908; 1909; Долгов, 1926; Долгов, Никитинский, 1927; Sramek, Husek, 1956; Liebmann, 1962; Sladecsek, 1973, 1977].

Были приведены списки сапробных организмов (около 1000 видов) и сформулирована концепция индикаторных организмов, характеризующих качество природных вод.

Классификация качества вод (Сладечек, 1967)

Лимно-сапробные
(загрязненные поверхностные или грунтовые воды)

Катаробные
(артезианские, минеральные)



Эузапробные
(сточные воды, содержащие разлагаемую органику)

Транс-сапробные
(не проходящие биологической очистки)

Бактериологические и гидробиологические показатели

Степень загрязнения	Бактериологические			Яйца гельминтов, в 1 м ³	Санитарно-гидробиологические	
	Кишечная палочка (титр)	Сапрофитные микроорганизмы, в 1 мл	Прямой счет		Сапробность	Биологический показатель загрязнения
Очень чистые	10—100	а × 10	10 ⁵	Нет	Ксеносапробная	0—5
Чистые	10—1	а × 100	10 ⁶	Нет	Олигосапробная	6—10
Умеренно загрязненные	1—0.05	а × 1000	10 ⁶	1—3	бета - мезосапробная	11—20
Загрязненные	0.05—0.005	а × 10000	10 ⁷	10	альфа - мезосапробная	21—60
Грязные	0.005—0.001	а × 100000	10 ⁷	500	Полисапробная	61—99
Очень грязные	<0.001	а × 1000000	10 ⁸	1000	Полисапробная	100

Отношение групп организмов к сапробности водной среды по ГОСТ 17.1.2.04–77

Таксономическая группа	Классы сапробности, в которых преобладают таксономические группы	
	Значительное число видов	Незначительное число видов
Инфузории ● ресничные ● сосущие	ам – п о – ам	о, бм о, п
Губки	бм	
Кишечнополостные (гидра, кордиллофора)	бм	
Черви: ● ресничные ● олигохеты исключение: ● тубифициды и люмбрициды ● пиявки ● нематоды	кс кс – бм ам – п бм – ам ам – п (при массовом развитии)	бм - бм

Продолжение таблицы

Коловратки <i>Bdelloidea</i>	ам – п	
Мшанки	о – бм	
Моллюски: •брюхоногие •двустворчатые	о – бм о – бм	кс, ам ам
Ракообразные копеподы: •каланоиды •циклопоиды •ветвистоусые •равноногие (водяной ослик) •бокоплавыв •речные раки •водяные клещи	о – бм бм – ам о – бм ам кс – о о бм – ам	кс о, кс кс, ам бм бм - кс, о
Насекомые: •поденки •ручейники двукрылые •хирономиды •род хирономус	кс, о, бм кс, о, бм о, бм ам	кс, ам бм, п

Шкала загрязнений по индикаторным таксонам

Индикаторные таксоны	Эколого-биологическая полноценность, класс качества воды, использование
Личинки веснянок, плоские личинки поденок, ручейник - риаклофилла	Очень чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное.
Крупные двустворчатые моллюски (перловица), плавающие и ползающие ручейник-нейреклизис, вилхвостки, водяной клоп	Чистая. Полноценная. Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, орошение, техническое.
Моллюски-затворки, горошинки, роющие личинки поденок, ручейники при отсутствии реаклофиллы и нейреклизис, личинки стрекоз плосконожки и красотки, мошки	Удовлетворительно чистая. Полноценная. Питьевое с очисткой, рекреационное рыбоводство, орошение техническое.
Шаровки, дрейсена, плоские пиявки, личинки стрекоз при отсутствии плосконожки и красотки, водяной ослик	Загрязненные. Неблагополучные. Ограниченное рыбоводство, ограниченное орошение
Масса трубочника, мотыля, червеобразные пиявки при отсутствии плоских, крыски, масса мокрецов	Грязные. Неблагополучные. Техническое.
Макробеспозвоночных нет	Очень грязные. Неблагополучные. Техническое с очисткой

БИОТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ВУДИВИССА

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов.					
		0 – 1	2 – 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	более 20
Личинки веснянок (Plecoptera)	более 1	-	7	8	9	10	11 - ...
	1 вид	-	6	7	8	9	10 - ...
Личинки поденок (Ephemeroptera)*	более 1	-	6	7	8	9	10 - ...
	1 вид	-	5	6	7	8	9 - ...
Личинки ручейников (Trichoptera)	более 1	-	5	6	7	8	9 - ...
	1 вид	4	4	5	6	7	8 - ...
Бокоплавцы		3	4	5	6	7	8 - ...
Водяной ослик (Asellus aquaticus)		2	3	4	5	6	7 - ...
Олигохеты или личинки звонцов		1	2	3	4	5	6 - ...
Отсутствуют все приведенные выше группы		0	1	2	-	-	-

Видовое разнообразие

Видовое разнообразие складывается из двух компонентов: видового обилия (богатства), которое характеризуется общим числом видов в сообществе и ,выровненности - относительного распределения особей этих видов.

ИНДЕКСЫ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ d

По Маргалефу:

$$d = \frac{S-1}{\ln n}$$

По Менхинику:

$$d = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Где:

S – число видов; n – число особей

Оценка сапробности по индексу Пантле и Букк (Pantle, Buck, 1955) :

$$S = \frac{\sum (s' h)}{\sum h}$$

Где: S – индикаторная значимость
(для олигосапробов - 1, бета-мезосапробов – 2, альфа-мезосапробов – 3, полисапробов – 4);

h – относительное количество особей вида
(случайные находки – 1, частая встречаемость – 3, массовое развитие – 5).

Индекс составляет:

в полисапробной зоне – 4 - 3,5; альфа-мезосапробной – 3,5 – 2,5;
бета-мезосапробной – 2,5 – 1,5; олигосапробной – 1,5 – 1,0.

Классы качества вод в зависимости от индексов сапробности

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i h_i)}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

s_i - индикаторная значимость вида,

h_i - относительная частота встречаемости вида

Уровень загрязненности	Зоны	Индексы сапробности S	Классы качества вод
Очень чистые	ксеносапробная	до 0,50	1
Чистые	олигосапробная	0,50–1,50	2
Умеренно загрязненные	бета-мезосапробная	1,51–2,50	3
Тяжело загрязненные	альфа-мезосапробная	2,51–3,50	4
Очень тяжело загрязненные	полисапробная	3,51–4,00	5
Очень грязные	полисапробная	>4,00	6

Распределение организмов по токсобности

(ГОСТ 17.1.2.04–77)

Экологическая	Таксономическая	Олиготоксобы	бета - мезотоксобы	альфа - мезотоксобы	Политоксобы
Зоопланктон	Остракоды		Все виды	Все виды	
	Водные клещи			Все виды	Все виды
	Кладоцера	Дафниды, сидиды, хищные, кладоцера	Хидориды, босминиды		
	Веслоногие		Каланоиды	Циклопоиды	
	Коловратки		Все, кроме а-мезотоксобо	Бделлаиды	
	Инфузории			Подвижные формы	Подвижные формы
	Бесцветные жгутиковые			Все виды	Все виды
Зообентос	Ракообразные	Гаммариды, мизиды, корофииды, речной рак	Изопода		
	Харпактициды		Все виды	Все виды	
	Моллюски		Двустворчатые	Брюхоногие	
	Водные насекомые	Поденки	Поденки, стрекозы, ручейники	Хирономиды, жуки, клопы, мокрецы, кулициды	
	Черви		Олигохеты	Олигохеты, кроме политоксобо, пиявки, планарии	Тубифициды, люмбрициды, нематоды

Коэффициенты сходства видового состава

По Жаккару (Jaccard):

$$k = \frac{c}{a + b + c}$$

По Серенсену (Sørensen) :

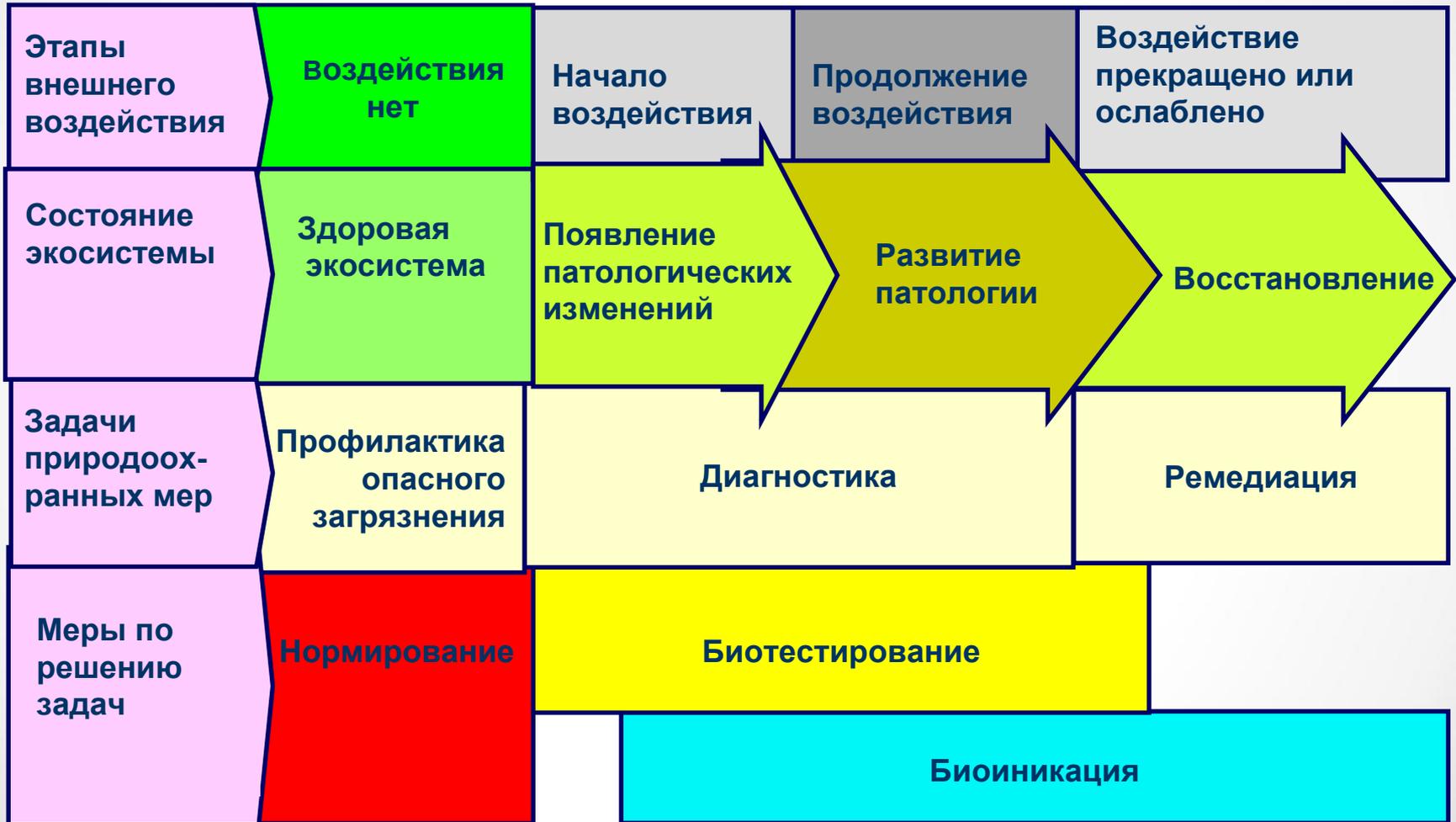
$$k = \frac{2c}{a + b}$$

Где:

C – число видов, общих для обоих участков, **a** и **b** - число видов в каждой из сравниваемых проб, соответственно

Биологические приемы контроля состояния

ЭКОСИСТЕМЫ



Показатели, контролируемые при экспериментальном определении эколого-рыбохозяйственных нормативов

Тест-объект		Тест-параметры	
		Основные	Вспомогательные
Организмы-редуценты	Бактериальная микрофлора	Численность клеток Дыхание (по БПК). Концентрации кислорода, форм азота	
Организмы-продуценты	Водоросли	Общая численность клеток, рН среды, концентрация кислорода, соотношение живых и мертвых клеток	Общая биомасса Содержание пигментов Интенсивность фотосинтеза
	Макрофиты	Выживаемость, рост стебля, отростков, корней	Интенсивность фотосинтеза
Зоопланктон	Инфузории	Выживаемость, размножение	Поведение
	Ракообразные	Выживаемость, плодовитость, численность и возрастной состав модельных популяций	Морфологические изменения
Зообентос	Моллюски	Выживаемость, плодовитость, питание, масса	Поведение Морфологические изменения Потребление кислорода
	Хируномиды	Выживаемость на различных стадиях и сроки их прохождения. Морфологические аномалии, плодовитость	Поведение, вес и общее состояние личинок и имаго
Рыбы	Эмбриогенез	Выживаемость эмбрионов Выклев и состояние предличинок	Аномалии развития, Биохимические отклонения
	Взрослые	Выживаемость, масса тела, анатомические и клинические изменения, питание, частота дыхания, органолептические характеристики мяса, материальная и функциональная кумуляция	Поведение, Биохимические изменения

Эколого – рыбохозяйственные ПДК

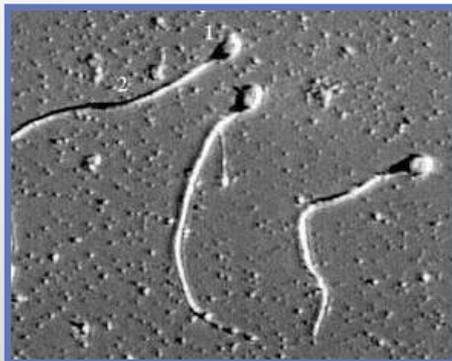
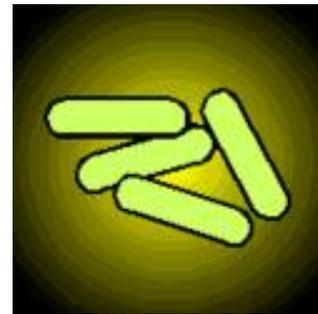
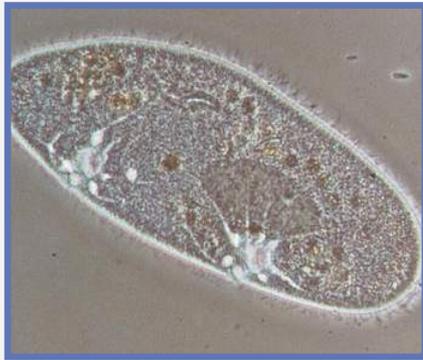
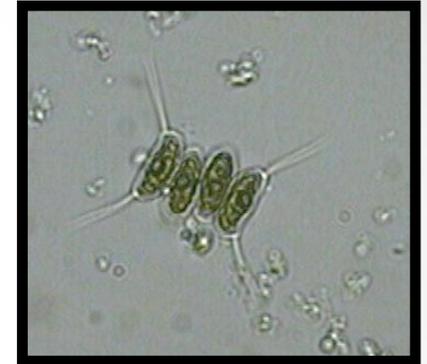
Вещество	ПДК (мг/л)	
	пресноводные	морские
Аммиак	0.05	
Анилин	0.0001	
Ацетон	0.05	
Бензол	0.5	
ДДТ	0.00001	
Железо Fe	0.1	0.05
Кадмий Cd	0.005	0.01
Кобальт Co	0.01	0.005
Магний Mg	40.0	940 при 13-18‰
Медь Cu	0.001	0.005
Метанол	0.1	
Мышьяк As	0.05	0.01
Натрий Na	120.0	7100 при 13-18‰
Нафталин	0.004	0.05

Вещество	ПДК (мг/л)	
	пресноводные	морские
Нефть и нефтепродукты	0.05	
Никель Ni	0.01	0.01
Нитрит-анион NO ²⁻	0.08	
Олово Sn	0.112	
Перекись водорода	0,01	
Ртуть Hg	0.00001	0.0001
Свинец Pb	0.006	0.01**
Селен Se	0.0016	
Фенол	0.001	
Фосфор P	отсутствие	
Хлор свободный Cl ₂	0.00001	
Хром Cr ³⁺	0.07	
Хром Cr ⁶⁺	0.02	
Этанол	0.01	

Методы биотестирования

Организмы	Исследуемые функции	Способ исследования
Бактерии	Рост культур	По оптической плотности культур
	Гашение люминесценции <i>Beneskea harveyi</i>	Фотометрическое устройство
	Потребление кислорода культурой	Респирометр
Водные растения	Замедленная флуоресценция клеток	Аппаратная фотометрия
	Гашение флуоресценции	- " -
	Движение клеток водоросли <i>Dunaliella</i>	Микроскопирование
	Мембранный потенциал клеток водорослей	Электрометрическое устройство
	Рост культур	Микроскопирование
Инфузории	Функция сократительной вакуоли инфузорий	Микроскопирование
	Скорость роста культур	- " -
	Двигательная активность	- " -
	Хемотаксис	Специальное фотоустройство
Пиявки	Поведение и морфология	Прямое наблюдение
Рачки <i>Daphnia magna</i>	Выживаемость, размножение	Прямой подсчет
	Регистрация сердцебиений	Фотометрическая аппаратура
Брюхоногие моллюски	Выживаемость, размножение, потребление кислорода	Прямое наблюдение, аналитическое определение
Двухстворки	Закрывание створок	Электрическая система регистрации
Рыбы	Дыхательная и сердечная активность	Электрометрические устройства
	Движение жаберных крышек	- " -
	Реакция избегания	- " -
	Оптомоторная реакция	- " -

Организмы, используемые в токсикологическом контроле вод



Методы токсикологического контроля в Государственном реестре методик количественного химического анализа

Метод	Номер ПНД Ф
Методика определения токсичности вод, почв и донных отложений по ферментативной активности бактерий (колориметрическая реакция).	ПНД Ф Т14.1:2:3:4.1-96; Т16.2:2:2.1-96 ООО;"Акварос"
Методика определения токсичности воды по хемотаксической реакции инфузорий.	ПНД Ф Т14.1:2:3:4.2-98 АОЗТ "Спектр-М"
Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний.	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4..8- 2002. Т 16.1:2.3:3..5-2002. ООО "Акварос"
Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей.	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.9- 2002. Т 16.1:2.3:3.6-2002. ООО "Акварос"
Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer)	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4..10-04 16.1:2.3:3.7-04. ООО "Акварос"
Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест - системой «Эколюм» на приборе «Биотокс-10»	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 16.1:2.3:3.8-04 ООО НЦ "Экологическая перспектива"
Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта <i>Daphnia magna</i> Straus.	ПНД Ф Т14.1:2:4.12-06; 16.1:2:3:3.9-06 Красноярский ГУ
Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg.	ПНД Ф Т14.1:2:3.13-06; 16.1:2.3:3.10 -06 МГУ

Методы, включенные в реестр ISO

Содержание метода	Условия	Номенклатура ИСО
Подавление подвижности рачков <i>Daphnia magna</i> Straus	Острый тест	ISO 6341:1996
Определение острой токсичности для рыб [<i>Brachydanio rerio</i> Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]	Статичный режим	ISO 7346-1:1996
	Полустатичный режим	ISO 7346-2:1996
	Проточный режим	ISO 7346-3:1996
Подавление роста культуры одноклеточных водорослей		ISO 8692:2004
По полной биодegradации органических веществ по показателю БПК	В респирометрах	ISO 9408:1999
	В склянках	ISO 10707:1994
Определение эффекта на аэробную деградацию органических веществ активным илом	Проточный режим	ISO 9887:1992
	Статичный режим	ISO 9888:1999
Хронический тест по влиянию на рост форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum (Teleostei, Salmonidae))		ISO 10229:1994
Хронический тест по влиянию на рачка <i>Daphnia magna</i> Straus		ISO 10706:2000
Тест на ингибированию роста культуры <i>Pseudomonas putida</i>		ISO 10712:1995
Влияние на свечение люминесцирующих бактерий <i>Vibrio fischeri</i>	Свежая культура бактерий	ISO 11348-1:1998
	Влажно-замороженная	ISO 11348-2:1998
	Лиофилизированная	ISO 11348-3:1998
Влияние на эмбрионы и личинок рыб	Полупроточные условия	ISO 12890:1999
Ингибирование роста организмов активного ила		ISO 15522:1999
Оценка генотоксичности воды и сточных вод с использованием бактерий <i>Salmonella</i> («тест Эймса»)		ISO 16240:2005
Оценка численности клеток <i>Pseudomonas aeruginosa</i> методом мембранной фильтрации		ISO 16266:2006
Влияние на рост ряски (<i>Lemna minor</i>)		ISO 20079:2005
Оценка генотоксичности по индукции микроядер	На личинках амфибий	ISO 21427-1:2006
	На клетках линии V79	ISO 21427-2:2006

Компоненты экологического мониторинга



Параметры, обязательные для наблюдений

Параметры	Единицы измерения
Расход воды (на водотоках)	м ³ /с
Скорость течения воды (на водотоках)	м/с
Уровень воды (на водоемах)	м
Визуальные наблюдения	–
Температура	°С
Цветность	градусы
Прозрачность	см
Запах	баллы
Кислород	мг/дм ³
Диоксид углерода	мг/дм ³
Взвешенные вещества	мг/дм ³
Водородный показатель (рН)	–
Окислительно-восстановительный потенциал (Еh)	мВ
Хлориды (Сl ⁻)	мг/дм ³
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³
Гидрокарбонаты (НСО ₃ ⁻)	мг/дм ³
Кальций (Са ²⁺)	мг/дм ³

Параметры	Единицы измерения
Магний (Mg ²⁺)	мг/дм ³
Натрий (Na ⁺)	мг/дм ³
Калий (K ⁺)	мг/дм ³
Сумма ионов (S _и)	мг/дм ³
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³
Нитритный азот (NO ₂ ⁻)	мг/дм ³
Нитратный азот (NO ₃ ⁻)	мг/дм ³
Минеральный фосфор (PO ₄ ³⁻)	мг/дм ³
Железо общее	мг/дм ³
Кремний	мг/дм ³
БПК ₅	мг O ₂ /дм ³
ХПК	мг O/дм ³
Нефтепродукты	мг/дм ³
СПАВ	мг/дм ³
Фенолы (летучие)	мг/дм ³
Пестициды	мг/дм ³
Тяжелые металлы	мг/дм ³

Полная программа наблюдений за качеством поверхностных вод по гидробиологическим показателям предусматривает:

фитопланктон – общая численность клеток, число видов, биомасса, численность и биомасса основных групп, число видов в группе массовых видов и видов-индикаторов сапробности;

зоопланктон – общая численность организмов, общее число и биомасса видов, численность и биомасса основных групп, число видов в группе массовых видов и видов-индикаторов сапробности;

зообентос – общая численность, общая биомасса, общее число видов, число групп и число видов в группе, число и биомасса основных групп, массовых видов и видов-индикаторов сапробности;

перифитон – общее число видов, массовых видов, частота встречаемости, сапробность;

микробиологические показатели – общее число бактерий, число сапрофитных бактерий, отношение общего числа бактерий к числу сапрофитных бактерий;

фотосинтез фитопланктона и **деструкция** органического вещества, определение отношения интенсивности фотосинтеза к деструкции органического вещества, содержания хлорофилла;

макрофиты – проективное покрытие опытной площадки, характер распространения растительности, общее числа и преобладающих видов (названия, фенофазы, аномальные признаки).

В Москве общее количество створов наблюдений за качеством воды в поверхностных водных объектах доведено до 66, периодичность наблюдения – не реже 1 раза в квартал, в большинстве створов – ежемесячно, ниже очистных сооружений - круглосуточно.



Лабораторный анализ отобранных проб определяет содержание 24-40 физико-химических показателей, включающих в себя биогенные элементы (ионы аммония, нитрит-, нитрат- и фосфат-ионы), органику по БПК5 и ХПК, нефтепродукты, фенолы, формальдегиды, сульфиды, взвешенные вещества и прозрачность, хлориды, сульфаты и сухой остаток, анионоактивные ПАВ, металлы (Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, Cr, Al), растворенный кислород, pH, органолептические показатели (цвет, запах, осадок), прозрачность воды, токсичность.

Всего в Москве-реке в черте столицы обитает 35 видов рыб. При вхождении в город встречается от 24 до 27 видов. В центральных районах города - до 10-13 и даже до 2-5 (устье Яузы). На выходе реки из города число видов снова увеличивается до 16.

В видовом составе и численности рыб за прошедшее столетие полностью выпала стерлядь, крайне редкими стали подуст, елец, язь, налим, жерех. Основным фоновым видом, резко преобладающим по численности (до 50-90%), является плотва. Другой многочисленный в реке вид - лещ. Обычными на городском отрезке Москвы-реки видами являются окунь и судак.

Важнейшим кормовым организмом для бентофагов (лещ, густера, ерш, пескари, карась, бычки) служит трубочник *Tubifex*, биомасса которого, по исследованиям гидробиологов, в отдельных местах достигает до 5 кг/м² и который может жить в условиях сильного загрязнения, даже на нефтяных пятнах. Пищей планктофагов (уклея, чехонь, верховка) является зоопланктон (циклопы и дафнии), концентрация которого в некоторых местах также очень высока.

В прибрежных зонах городских и пригородных водоемов Москвы сокращено разнообразие и обилие земноводных (9 видов) и пресмыкающихся (2 вида)

1. Нарушения в строении черепа и осевого скелета. Голова мопсовидная, встречается обычно у плотвы, серебряного карася, леща, судака и окуня. У отдельных экземпляров рыб наблюдаются искривления позвоночника.

2. Нарушения органов зрения и боковой линии. Радужная оболочка кроваво-красного цвета. Часто глаза имеют телескопический вид у плотвы, серебряного карася, леща и судака. Изредка попадаются совершенно слепые рыбы с затянутой кожей глазницами.

3. Нарушения в строении плавников. У отдельных экземпляров происходит почти полная редукция всех плавников.

4. Изменение формы тела и структуры чешуйного покрова. Нарушено соотношение длины и высоты тела, брюхо совершенно плоское. Иногда у таких рыб наблюдается "ерошение" чешуи.

5. Нарушения внутренних органов. У половины экземпляров плотвы, выловленной в районе гидроузла "Перерва", наблюдается цирроз. Часто попадаются экземпляры плотвы, леща, голавля с невыметанной, резорбирующейся икрой. Иногда в полости тела бывает только один семенник или яичник.

6. Нарушения обмена веществ. Резкий сдвиг обмена веществ в сторону жирового, обычно сопровождающийся недоразвитием генеративных.

Аномалии у рыб из р. Москвы



http://www.fishinginfo.ru/main/themes/default/THID_189/lim

Практически у всех видов московорецких рыб отмечено значительное превышение санитарных норм по содержанию в их теле различных химических веществ и токсикантов.

Основным загрязнителем водной среды в городе в настоящее время являются **нефтепродукты**, превышение санитарных норм в теле плотвы достигает 70 раз, а в устье р. Яузы содержание нефтепродуктов в теле окуня превысило санитарные нормы в 250 раз.

У плотвы отмечено превышение норм по **мышьяку** в 3,2 раза.

Максимальное превышение по **цинку** у карася составило свыше 2000 раз, а по **меди** - 52 раза.

В теле голавля **свинец** превысил норму в 580 раз.

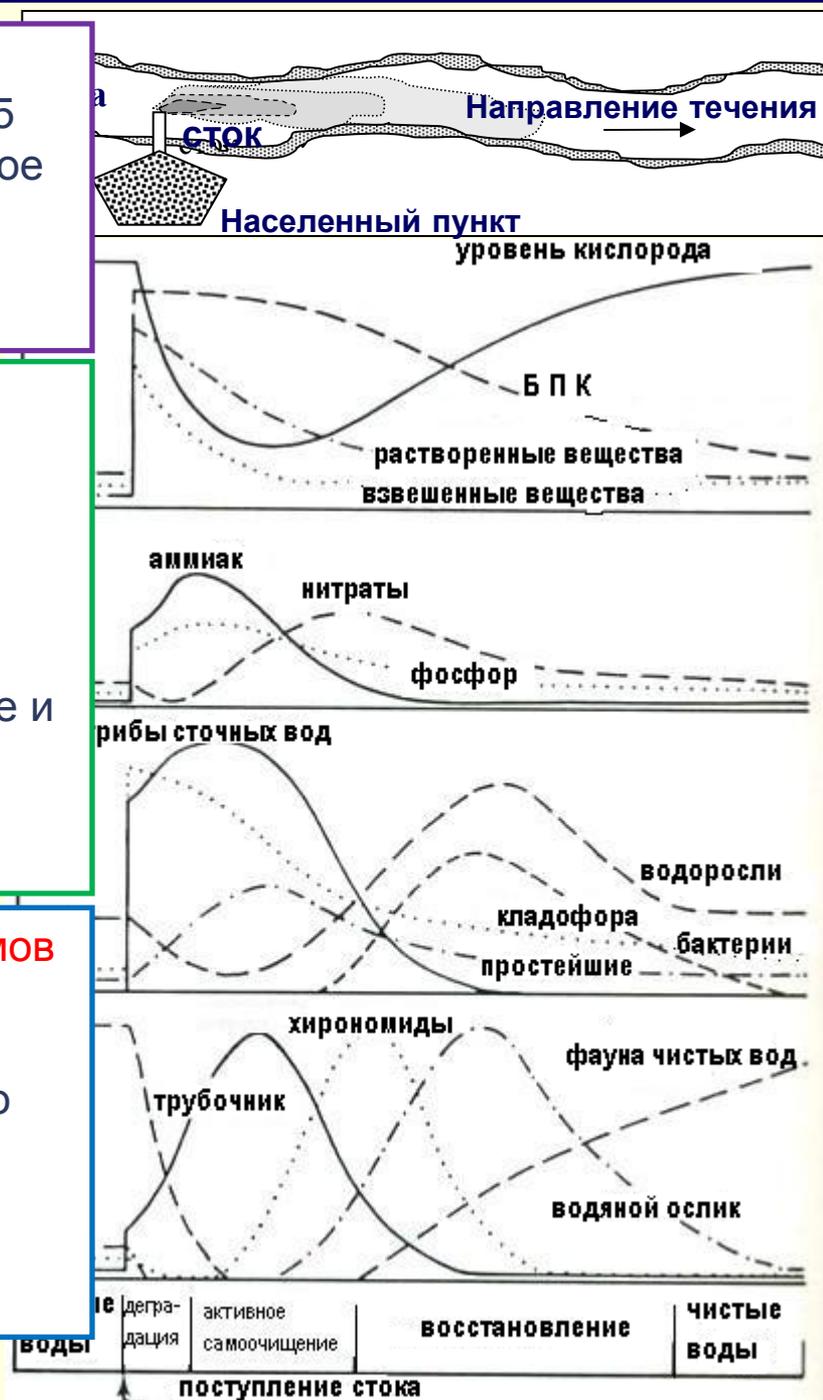
Деятельность **бактерий-аммонификаторов** проявляется на расстоянии от выпуска КСА в 10-15 км (сутки движения воды), где происходит некоторое повышение содержания аммонийного азота, наиболее проявляющееся в конце лета – осенью (прирост до 0,5 мг/л).

Биомасса **фитопланктона** варьирует на различных участках реки от 1,5 до 16,2 мг/л (при глубине фотического слоя не превышающего 1 м).

Основу биомассы формируют диатомовые и зеленые водоросли. Уровень сапробности, оцениваемый по видовому составу планктонных водорослей (индекс сапробности по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека), сходен на всех участках реки – от 1,70 до 2,23, что соответствует бета-мезосапробной зоне.

Общее число видов **зоопланктонных организмов** составляет более 70 видов.

На протяжении участка 1-1,5 суток движения воды от КСА численность возрастает (биомасса до 1,1 мг/л). Уровень сапробности, оцениваемый по видовому составу зоопланктонных организмов на различных точках наблюдений в пределах 1,55 – 1,68, что соответствует бета-мезосапробной зоне.



Классификация качества вод

Лимно-сапробные
(загрязненные поверхностные или грунтовые воды)

Катаробные
(артезианские, минеральные)



Эузапробные
(сточные воды, содержащие разлагаемую органику)

Транс-сапробные
(не проходящие биологической очистки)

Наибольшее видовое разнообразие **бентосных организмов** отмечено в районе Тушино (олигохеты, хирономиды, пиявки, моллюски дрейссена, перловица, шаровка, остракоды, ручейники). Средняя биомасса зообентоса на этом участке достигает 645 г/м^2 .

Ниже очистных сооружений дрейссена замещается олигохетами, численность которых достигает максимума на выходе реки из города в Бесединской зоне седиментации (до 3500 экз./м^2)

Зона реки после смешения поверхностных стоков города (ливневых и промышленных) и бытовых стоков, отличается особой напряженностью биологических процессов. Величина этой зоны меняется с изменением нагрузки от города. Оценить ее границы можно следующим образом.

Если до 60-х годов, восстановление благоприятного кислородного режима не начиналось до самого устья, в середине 60-х – это происходило на расстоянии около 40 км от границ города, то в середине 90-х стало происходить уже на выходе реки из города.

Литература

Вудивисс Ф.С. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., Гидрометеиздат. 1977. С. 132-161.

ГОСТ 17.1.2.04-77 «Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов».

ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».

Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. 04.08.2009

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение». 2010

РД 52.24.309-2011 Руководящий документ «Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши». Ростов-н/Д: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2011

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб., Гидрометеиздат. 1992. 318 с.

Сладечек, В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология : материалы I съезда Всесоюзного гидробиологического общества. – М. : Наука, 1967. – С. 26–31.

Соколов Л.И., Шатуновский М.И., Соколова Е.Л., Цепкин Е.А., Пегасов В.А., Кистенев А.Н. Рыбы в мегаполисе // Экология и устойчивое развитие города. Материалы III международной конференции по программе «Экополис». М.: РАН, 2000

Филенко О. Ф. Место биологических методов в контроле качества окружающей среды при загрязнении. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем, СПб. ЛЕМА. 2007, С. 8 - 12

Щеголькова Н. М. Динамика экологического состояния основного водотока мегаполиса (на примере реки Москвы). Диссертация на соискание у. ст. д.б.н. Специальность 03.00.16 – экология. 2006

Hynes H.B.N. The biology of polluted waters. Liverpool University press, Liverpool. 1960

Woodowiss F.S. 1964. The biological system of stream classification used by the Trent Board // Chemistry and Industry. № 11. P. 443-447

http://www.fishinginfo.ru/main/themes/default/THID_189/lim

<http://www.mosecom.ru/>

http://www.dpioos.ru/eco/ru/water/o_15084

Спасибо за внимание!

ofileenko@mail.ru