



О. С. Решетняк

# Методы оценки качества поверхностных вод суши





Ольга Решетняк

**Методы оценки качества  
поверхностных вод суши**

«Южный Федеральный Университет»

2017

УДК 556.5-021.465(075.8)  
ББК 26.222я73

**Решетняк О. С.**

Методы оценки качества поверхностных вод суши /  
О. С. Решетняк — «Южный Федеральный Университет», 2017

ISBN 978-5-9275-2427-3

В учебном пособии освещаются вопросы оценки качества поверхностных вод, рассматриваются основные источники загрязнения и методы химического анализа поверхностных вод. Представлены различные методы оценки качества воды по гидрохимическим, гидробиологическим и экотоксикологическим показателям, а также критерии пригодности воды для питьевых и хозяйственных целей. Полученные магистрантами знания могут быть использованы при разработке и осуществлении мероприятий по охране вод, обеспечению их экологической безопасности и рациональному использованию водных ресурсов. Учебное пособие предназначено для студентов магистратуры направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» по дисциплине «Методы и средства контроля качества поверхностных вод», а также для других обучающихся по специальностям экологического профиля.

УДК 556.5-021.465(075.8)  
ББК 26.222я73

ISBN 978-5-9275-2427-3

© Решетняк О. С., 2017  
© Южный Федеральный  
Университет, 2017

# Содержание

Введение	5
1. Качество поверхностных вод суши. Нормативы оценки качества воды	6
1.1. Виды водопользования	7
1.2. Нормативы качества воды	11
1.3. Критерии экстремально высокого и высокого уровня загрязнения воды	13
2. Источники загрязнения поверхностных вод	15
Конец ознакомительного фрагмента.	17

# **О. С. Решетняк**

## **Методы оценки качества поверхностных вод суши**

### **Введение**

Состояние поверхностных вод в экономически развитых регионах в связи с деятельностью человека в настоящее время неблагоприятно, а качество воды многих водоемов и водотоков не удовлетворяет современным нормативным требованиям. Антропогенное воздействие на водные объекты приводит к нарушению их экологического состояния, ухудшению качества водной среды и, как следствие, снижению устойчивости водных экосистем. Еще недавно объемы и токсичность техногенных выбросов в целом не превышали способности биосферы к их поглощению и нейтрализации. Сегодня же они достигают предела возможностей природных экосистем к самоочищению. Помимо истощения природных ресурсов, развитие промышленности создало новую проблему – загрязнение водной среды.

Оказались сильно загрязненными, преимущественно промышленными отходами, водоемы, атмосферный воздух, почва. Эти загрязнения не только крайне отрицательно сказались на плодородии почв, растительности и животном мире, но и стали представлять существенную опасность для здоровья людей. К настоящему времени не сохранилось ни одного уголка на Земле, где отсутствовало бы влияние человека на природу. Даже в Антарктиде отмечены радиоактивные осадки и повышенное содержание некоторых приоритетных загрязняющих веществ.

Поэтому развитие методов и средств контроля качества поверхностных вод суши, а также разработка методологии оценки качества вод по гидрохимическим, гидробиологическим и экотоксикологическим показателям становятся особенно актуальными.

## **1. Качество поверхностных вод суши. Нормативы оценки качества воды**

Под качеством воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77), при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым проводится оценка качества воды.

## 1.1. Виды водопользования

Основные виды водопользования на водотоках и водоемах регламентируются Министерством природных ресурсов и экологии РФ, Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подлежат утверждению органами местного самоуправления субъектов РФ. **Водопользование** – использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Согласно ГОСТ 17.1.1.03-86 «Охрана природы. Гидросфера. Классификация водопользований», водопользование классифицируется по:

- целям использования вод;
- объектам водопользования;
- техническим условиям водопользования воды;
- условиям предоставления водных объектов в пользование;
- характеру использования воды;
- способу использования водных объектов.

Вода водоемов и водотоков используется **для целей** питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, сброса очищенных сточных и (или) дренажных вод, производства электрической энергии, орошения земель, функционирования водного транспорта, сплава древесины и др.

К **хозяйственно-питьевому водопользованию** относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для обеспечения водой предприятий пищевой промышленности. В соответствии с СанПиН 2.1.4.559-96, питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, быть безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства (отсутствие неприятного вкуса, запаха и т.п.).

К **культурно-бытовому водопользованию** относится использование водоемов и водотоков для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водоемов и водотоков, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования в качестве объектов для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», установлены гигиенические нормативы состава и свойств воды водных объектов с точки зрения их использования и охраны. Выделены две категории водопользования: **к первой категории водопользования** относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также водоснабжение предприятий пищевой промышленности; **ко второй категории водопользования** относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водоемов, находящихся в черте населенных пунктов.

Качество воды водных объектов должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 (табл. 1), при этом содержание химических веществ не должно превышать ПДК веществ в воде водных объектов по ГН 2.1.5.689-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Наиболее строгие требования предъявляются к водоемам и водотокам, относящимся к категории рыбохозяйственного назначения. Федеральный закон № 420-ФЗ от 28.12.2010 определяет, что к **водным объектам рыбохозяйственного значения** относятся водные объекты,

которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биоресурсов.

**Таблица 1**

Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (СанПиН 2.1.5.980-00)

№	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества (ВВ)*	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание ВВ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
		0,25 мг/дм <sup>3</sup>	0,75 мг/дм <sup>3</sup>
		Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм <sup>3</sup> природных ВВ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно



1	2	3	4
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм <sup>3</sup> , в т.ч.: хлоридов – 350; сульфатов – 500 мг/дм <sup>3</sup>	
8	Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм <sup>3</sup> в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	Не должно превышать при температуре 20 °С	
		2 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	4 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
10	Химическое потребление кислорода, ХПК	Не должно превышать:	
		15 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	30 мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
13	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более	
		100 КОЕ/100 мл**	100 КОЕ/100 мл
14	Общие колиформные бактерии**	Не более	
		1000 КОЕ/100 мл**	500 КОЕ/100 мл
15	Колифаги**	Не более	
		10 БОЕ/100 мл**	10 БОЕ/100 мл
16	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\Sigma (A_i / Y_{Bi}) \leq 1$	

**Примечания:**

\* Содержание в воде взвешенных веществ неприродного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т.д.) не допускается.

\*\* Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

\*\*\* В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности;  $A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде;  $Y_{Bi}$  – соответствующий уровень вмешательства для  $i$ -го радионуклида (приложение П-2 НРБ-99 (НРБ – нормы радиационной безопасности)).

Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе ПДК вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, утверждены Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552.

## 1.2. Нормативы качества воды

Контроль и оценка качества водной среды осуществляются с помощью системы основных нормативов.

1. **Предельно допустимая концентрация (ПДК) химического вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв)**, мг/дм<sup>3</sup> – максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования (ГН 2.1.5.689-98).

2. **Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей (ПДКрыбхоз)**, мг/дм<sup>3</sup>. Она характеризует его максимально допустимую концентрацию (или его метаболитов) в воде, при которой в водном объекте не возникают последствия, снижающие его рыбохозяйственную ценность (в ближайшее время и в перспективе) или затрудняющие его рыбохозяйственное использование при постоянстве этой концентрации в воде водного объекта (Методические ... 2009).

Величина последней для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше ПДКв. Это объясняется тем, что токсические соединения могут накапливаться в организме рыб в весьма значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность.

3. **Временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоемов (ВДКв)**, мг/дм<sup>3</sup>. Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем на срок 3 года (<http://dic.academic.ru>).

4. **Ориентировочный допустимый уровень химического вещества в воде (ОДУ)**, мг/дм<sup>3</sup> – временный гигиенический норматив, аналогичный ПДК (<http://dic.academic.ru>). Разрабатывается, как правило, расчетным способом и на основе экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности. Применяется только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями и т.п.

5. **Предельно допустимый сброс (ПДС)**, г/ч (кг/сут) – это норматив, регламентирующий массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем. Это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Применение этого норматива должно обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических норм, установленных для водных объектов. Величина ПДС определяется расчетным путем на период, установленный органами по регулированию использования и охране вод. После этого она подлежит пересмотру в сторону уменьшения вплоть до прекращения сброса загрязняющих веществ в водоемы.

**Нормирование качества воды** состоит в установлении для воды водного объекта совокупности допустимых значений показателей ее состава и свойств, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта.

Правила охраны поверхностных вод устанавливают нормы качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного

водопользования. Вещество, вызывающее нарушение норм качества воды, называют загрязняющим (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

– для **хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК<sub>в</sub>)** с учетом трех показателей вредности: органолептического; общесанитарного; санитарно-токсикологического.

– для **рыбохозяйственного водопользования (ПДК<sub>вр</sub>)** с учетом пяти показателей вредности: органолептического; санитарного; санитарно-токсикологического; токсикологического; рыбохозяйственного (Методические ... 2009).

Рыбохозяйственные ПДК также должны удовлетворять ряду условий, при которых не должны наблюдаться (Методические ... 2009):

- гибель рыб и кормовых организмов для рыб;
- постепенное исчезновение видов рыб и кормовых организмов;
- ухудшение товарных качеств обитающей в водном объекте рыбы;
- замена ценных видов рыб на малоценные.

**Органолептический** показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды. **Общесанитарный** – определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры. **Санитарно-токсикологический** показатель характеризует вредное воздействие на организм человека, а **токсикологический** – показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект. **Рыбохозяйственный** показатель вредности определяет порчу качеств промысловых рыб.

Наименьшая из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием **лимитирующего показателя вредности (ЛПВ)**. Критерии оценки загрязненности поверхностных вод (ПДК, ЛПВ и классы опасности веществ) разными группами веществ приведены в Приложении 4.



### 1.3. Критерии экстремально высокого и высокого уровня загрязнения воды

**1. Под экстремально высоким уровнем загрязнением (ЭВЗ) природной среды понимается для поверхностных вод суши (РД 52.24.643-2002):**

- а) максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1–2-го класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК в 5 и более раз, для веществ 3–4-го класса опасности – в 50 и более раз<sup>1</sup>;
- б) появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов;
- в) покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км<sup>2</sup>;
- г) покрытие пленкой поверхности водоема на площади 2 и более км<sup>2</sup> при его обозримой площади более 6 км<sup>2</sup>;
- д) снижение содержания растворенного кислорода до 2 мг/дм<sup>3</sup> и менее;
- е) увеличение биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) свыше 40 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>;
- ж) массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

**2. Экстремально высокие уровни загрязнения природной среды, как правило, обусловлены аварийными и залповыми выбросами (сбросами) ЗВ. Информация об аварийных (залповых) выбросах (сбросах) ЗВ в природную среду в следующих случаях (РД 52.24.643-2002):**

- а) если аварийный выброс (сброс) привел к экстремально высокому загрязнению и оно зафиксировано аналитически или по визуальным и органолептическим признакам;
- б) при увеличении объемов поступления сточных вод от стационарных источников загрязнения и увеличении концентраций загрязняющих веществ в сточных водах в 10 и более раз;
- в) при попадании в природную среду от нестационарных источников загрязнения (автотранспорт, железнодорожный транспорт, суда, другие плавсредства) токсических загрязняющих веществ, веществ, для которых ПДК не установлены, нефтепродуктов в количестве 5 тонн и более;
- г) при сбросе нефти и других продуктов в количестве 10 тонн и более.

**3. Под высоким загрязнением (ВЗ) природной среды понимается для поверхностных вод суши (РД 52.24.643-2002):**

- а) максимальное разовое содержание для нормируемых веществ 1–2-го класса опасности в концентрациях, превышающих ПДК от 3 до 5 раз, для веществ 3–4-го класса опасности – от 10 до 50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа и марганца – от 30 до 50 раз), величина биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) от 10 до 40 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/дм<sup>3</sup>;
- б) покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км<sup>2</sup>;
- в) покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км<sup>2</sup> при его обозримой площади более 6 км<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Содержание веществ в поверхностных, морских водах сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается 0,01 мкг/дм<sup>3</sup>.

Обобщенные критерии определения случаев ВЗ и ЭВЗ для поверхностных вод суши с учетом класса опасности веществ приведены в таблице 2. Критерии оценки уровня загрязненности воды с учетом кратности превышения ПДК и повторяемости случаев превышения представлены в таблице 3.

**Таблица 2**

Критерии определения высокого и экстремально высокого уровней загрязненности воды водных объектов (РД 52.24.643-2002)

Ингредиенты и показатели качества воды	Кратность превышения ПДК для случаев	
	ВЗ	ЭВЗ
1–2-го классов опасности	[3; 5)	$\geq 5$
3–4-го классов опасности, кроме нефтепродуктов, фенолов, меди, железа общего	[10; 50)	$\geq 50$
4-го класса опасности – нефтепродукты, фенолы, медь, железо общее	[30; 50)	$\geq 50$

**Таблица 3**

Критерии оценки уровня загрязненности воды по кратности превышения ПДК и повторяемости случаев превышения (РД 52.24.643-2002)

Кратность превышения ПДК	Уровень загрязненности воды	Повторяемость, %	Характеристика загрязненности воды
(1; 2)	Низкий	[1; 10)	Единичная
[2; 10)	Средний	[10; 30)	Неустойчивая
[10; 50)	Высокий	[30; 50)	Характерная
свыше 50	Экстремально высокий	[50; 100)	Устойчивая

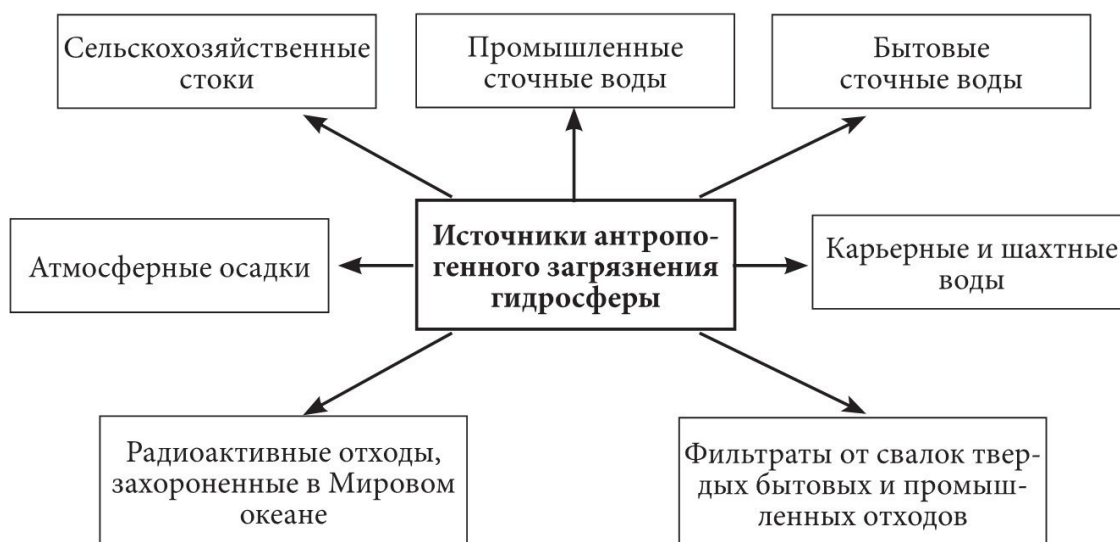
## 2. Источники загрязнения поверхностных вод

На протяжении тысячелетий люди использовали воду рек, озер и морей для питьевых и хозяйственных целей, для сброса в них загрязненных сточных вод. И до определенного времени (до начала XX века) это не вызывало особого беспокойства. Срабатывал механизм естественного самоочищения водоемов. Однако сейчас многие водоемы перестали справляться с поступающими массами химических веществ, в том числе и загрязняющих. Рост городов и населения, бурное развитие промышленности, энергетики, водного транспорта, добыча полезных ископаемых, рост орошаемого земледелия, водные рекреации привели к серьезному загрязнению вод. В настоящее время резко ухудшилось качество воды не только малых рек и озер, но и более крупных водоемов и водотоков.

В результате хозяйственной деятельности в водные объекты поступает широкий комплекс загрязняющих веществ органического и неорганического происхождения (Никаноров и др., 2012). Чаще всего происходит сброс недостаточно очищенных промышленных и коммунально-бытовых стоков, что и является основной причиной их загрязнения. В районах с развитым сельскохозяйственным производством в водоемы и водотоки вместе с продуктами эрозии почв попадают нитраты, нитриты и другие минеральные удобрения, пестициды, отходы животноводческих ферм. Загрязнение атмосферы также влияет на качество воды рек и озер, поскольку все химические вещества, выбрасываемые транспортом и предприятиями в атмосферу, осаждаются на почвенном покрове, смываются с водосборных территорий в реки и озера, выпадают с дождевыми и тальными водами в водоемы.

Основные источники антропогенного загрязнения гидросферы в целом представлены на следующей схеме (рис. 1).

Водные ресурсы на территории России распределены по регионам крайне неравномерно, и проблема чистой воды стоит очень остро. Речной сток является основой водных ресурсов в нашей стране, преобладающая часть его – 90 % – приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов.



**Рис. 1.** Источники антропогенного загрязнения гидросферы (<http://rudocs.exdat.com/docs/index-224567.html>)

На большей части водных объектов, по данным наблюдений Росгидромета, качество воды не отвечает нормативным требованиям. Вода основных крупнейших рек: Волги, Дона, Кубани,

Оби, Енисея, Лены, Печоры – оценивается как «загрязненная», их крупных притоков: Оки, Камы, Иртыша, Тобола, Томи, Туры, Миасса, Исети и других как «очень загрязненная» (Никаноров и др., 2012).

### **Основные источники поступления загрязняющих веществ в водные объекты**

Главным источником поступления в природные воды загрязняющих веществ как в РФ, так и в других странах является **промышленность**, отрасли которой могут быть ранжированы по количеству сбрасываемых сточных вод и степени их загрязнения в следующий ряд (Никаноров, 2008):

целлюлозно-бумажная > химическая > цветная металлургия > черная  
металлургия > угольная > машиностроение > нефтедобывающая >  
нефтехимическая > электроэнергетика

Химический состав сбрасываемых промышленных сточных вод и их количество (объем) зависят, в первую очередь, от мощности конкретного производства, специфики технологических циклов и степени очистки сточных вод.

Следующим по значимости источником загрязнения природных вод (поверхностных и подземных) являются **сточные воды с сельскохозяйственных территорий**.



## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.