

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 502.13(470.53)

С.А. Бузмаков, С.А. Овеснов, А.И. Шепель, А.А. Зайцев**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ»**

Пермский государственный университет, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: lep@psu.ru, zaytsev@psu.ru

Методические указания разработаны в Пермском государственном университете и применяются при проведении работ по мониторингу особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае.

Ключевые слова: экологическая оценка; мониторинг; деградация; восстановление; почва; растительность; животный мир; экосистема; базовая экосистема; особо охраняемая природная территория (ООПТ); критерий оценки.

Для проведения работ по мониторингу особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае возникла необходимость разработки и апробации методики выполнения вышеуказанных работ.

Методика «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» разработана в Пермском государственном университете. Она основана на современных теоретических представлениях об оценке природной среды, а также учитывает положения нормативных и методических документов.

Экологическая оценка в системе мониторинга ООПТ представляет собой определение состояния природной среды или степени воздействия на нее каких-либо антропогенных факторов.

Оценка изменений состояния природной среды и направлений этих изменений позволяет говорить о неблагоприятном положении территорий, помогает определить действия, направленные на восстановление или нормализацию экосистем на территории ООПТ.

Настоящие методические указания:

- регламентируют деятельность по оценке состояния природной среды на особо охраняемых природных территориях Пермского края;
- устанавливают критерии оценки, степень деградации и восстановления особо охраняемых природных территорий Пермского края;
- применяются при проведении экологического мониторинга, экологического производственного контроля при ведении хозяйственной деятельности на особо охраняемых природных территориях регионального и местного значения;
- предназначены для органов регионального и местного экологического контроля; организаций, ведущих хозяйственную деятельность на ООПТ Пермского края; организаций, выполняющих экологический мониторинг ООПТ регионального значения и местного значения, экологический производственный контроль при ведении хозяйственной деятельности на ООПТ регионального и местного значения.

Основной показатель методики – степень деградации. В разработанной шкале степень деградации экосистем и их компонентов на ООПТ предлагается характеризовать шестью ступенями:

- 0 – недеградированные. Фоновое, естественное состояние, воздействия отсутствуют;
- 1 – очень слабodeградированные. Изменения экосистем и воздействия незначительные;
- 2 – слабodeградированные. Экосистемы явно изменены и подвергались воздействиям;
- 3 – среднедеградированные. Экосистемы явно подвергались существенным изменениям и воздействиям;
- 4 – сильнодеградированные. Экосистемы радикально изменены;

5 – очень сильнодеградированные. Экосистемы существенно нарушены. Естественное восстановление крайне затруднено.

В качестве основных критериев экономической оценки состояния **почв** (табл. 1) принимаются следующие:

- площадь обнаженного гумусового горизонта (A);
- мощность абиотического наноса;
- площадь обнаженной почвообразующей породы (C) или подстилающей породы (D);
- уменьшение мощности почвенного профиля (A+B).

Учитываются также запасы гумуса в почвенном профиле, дефляционный нанос неплодородного слоя, площадь эродированных и засоленных земель, поверхностное переувлажнение, расчлененность территории, глубина размывов и водороев, содержание микро- и макроэлементов, токсикантов, нефти и нефтепродуктов, степень кислотности/щелочности, потери почвенной массы (табл. 2) [1–8;11;15–17].

Таблица 1

Критерии для определения степени деградации почвы

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Площадь обнаженного гумусового горизонта (A)	0	< 10	10–20	21–50	51–90	> 90
Мощность абиотического наноса, см	0	< 2	2–10	11–20	21–40	> 40
Площадь обнаженной почвообразующей породы (C) или подстилающей породы (D), % от общей площади	0–2	3–5	6–10	11–15	16–25	> 25
Уменьшение мощности почвенного профиля (A+B), % от исходного	0–1	1–3	3–25	26–50	51–75	> 75
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A+B), % от исходного	< 5	5–10	11–20	21–40	41–80	> 80

Таблица 2

Дополнительные критерии определения степени деградации почв

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Уменьшение содержания микроэлементов (Mn, Co, Mo, B, Cu, Fe), в % от средней степени обеспеченности	< 5	5–10	11–20	21–40	41–80	> 80
Уменьшение содержания подвижного фосфора, в % от средней степени обеспеченности	< 5	5–10	11–20	21–40	41–80	> 80
Уменьшение степени кислотности (рН сол.), в % от средней степени кислотности	< 5	5–10	11–15	16–20	21–25	> 25
Потери почвенной массы, т/га/год	< 2	2–5	6–25	26–100	101–200	> 200

Окончание табл. 2

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Увеличение площади эродированных почв, % в год	< 0,2	0,2–0,5	0,6–1,0	1,1–2,0	2,1–5,0	> 5,0
Глубина размывов и водорои относительно поверхности, см	<10	10–20	21–40	41–100	101–200	> 200
Расчлененность территории оврагами, км/км ²	< 0,1	0,1–0,3	0,4–0,7	0,8–1,5	1,5–2,5	> 2,5
Дефляционный нанос неплодородного слоя, см	0	< 2	2–10	11–20	21–40	> 40
Скорость роста площади деградированных земель, % в год	0	< 0,25	0,25–1,0	1,1–3,0	3,1–5,0	> 5,0
Содержание суммы токсичных солей в верхнем плодородном слое, %: - с участием соды - для других типов засоления	0 0	< 0,1 < 0,1	0,1–0,2 0,1–0,25	0,21–0,3 0,26–0,5	0,31–0,5 0,51–0,8	> 0,5 > 0,8
Увеличение токсичной щелочности (при переходе нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв/100 г почв	0–0,5	0,51–0,7	0,71–1,0	1,1–1,6	1,7–2,0	> 2,0
Увеличение площади засоленных почв, % в год	0–0,25	0,26–0,5	0,51–1,0	1,1–2,0	2,1–5,0	> 5,0
Поверхностное переувлажнение (затопление), мес.	0–1	1–3	3–6	6–12	12–18	>18
Уровень загрязнения почв нефтепродуктами, г/кг почвы	0,1	0,1–0,8	0,8–1	1–7,5	7,5–150	> 150
Уровень загрязнения почв бенз(а)пиреном, мг/кг почвы	0	< 0,02	0,02–0,1	0,1–0,25	0,25–0,5	> 0,5

В качестве основных критериев экологической оценки состояния **растительного покрова** принимаются следующие (табл. 3, 4):

- учет обилия и соотношения в сообществах аборигенных и синантропных видов, определяющих степень деградации сообществ;
- жизненное состояние (жизненность) видов в локальных популяциях;
- степень синантропизации фитоценозов;
- санитарное состояние древостоя.

В качестве дополнительных критериев экологической оценки состояния растительного покрова принимаются следующие (табл. 5):

- нарушенность растительного покрова;
- повреждения древостоя;
- динамика численности редких и исчезающих видов растений [9–10; 14].

В качестве основных критериев, принимаемых при экологической оценке состояния **наземных позвоночных**, приняты следующие (табл. 6):

Основные критерии определения степени деградации травяной растительности

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Учет обилия и соотношения в сообществах аборигенных и синантропных видов, определяющих степень деградации сообществ	Синантропные виды полностью отсутствуют	Видовой состав фитоценоза содержит до 10% синантропных видов, представленных единичными особями	Суммарное проективное обилие синантропных видов до 15% от общего проективного покрытия	Суммарное проективное обилие синантропных видов составляет от 15 до 75%	Суммарное проективное обилие синантропных видов составляет от 75 до 95%	Проективное обилие аборигенных видов не превышает 5% от общего покрытия; синантропные виды абсолютно доминируют; растительный покров фрагментирован
Жизненное состояние (жизненность) видов в локальных популяциях	Жизненность растений не ниже средней	Жизненность отдельных аборигенных видов пониженная	Жизненность синантропных видов нормальная	Жизненность большинства аборигенных видов в большей или меньшей степени понижена	Жизненность всех аборигенных видов понижена	Жизненность аборигенных видов низкая, они занимают защищенные от воздействий места
Нарушенность растительного покрова	Воздействия отсутствуют; растительный покров не нарушен	Не нарушен	На отдельных участках нарушен, суммарная площадь таких участков не более 2-3%	На отдельных участках нарушен, суммарная площадь таких участков достигает 10%; на крутых и покатых склонах имеются следы водной эрозии	Нарушен на площади, составляющей 10-20% контура; на пологих и крутых склонах почва местами смыта в результате водной эрозии	Нарушен на площади, превышающей 20% контура; почвенный горизонт А местами смыт в результате водной эрозии

Основные критерии определения степени деградации лесной растительности

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Степень синантропизации фитоценозов	Синантропные виды полностью отсутствуют	В травяно-кустарничковом ярусе единичные особи синантропных видов кустарников	В кустарниковом ярусе единичные особи синантропных видов кустарников	Не менее половины сомкнутости крон кустарникового яруса образуют синантропные виды	Основу кустарникового яруса составляют синантропные виды	Кустарниковый ярус отсутствует, только единичные особи синантропных видов кустарников
Нарушенность древостоя	Воздействия отсутствуют; древесный и кустарниковый ярусы не нарушены	Древесный и кустарниковый ярусы не нарушены	Древостой частично разрежен выборочными рубками	Древостой разрежен выборочными рубками	Древостой частично нарушен; имеются сухостой, суховершинность	Древостой нарушен на всем контуре; повсеместно суховершинные деревья
Преобладающее санитарное состояние древостоя: - хвойных пород	Хвоя зеленая блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года	Хвоя часто светлее обычного, крона слабоажурная, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным	Хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона ажурная, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным	Хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, крона заметно изрежена, прирост текущего года еще заметен или отсутствует	Хвоя текущего года серая, желтая или бурая, крона сильно изрежена, мелкие веточки сохраняются, кора сохранена или осыпалась лишь частично	Хвоя осыпалась или сохранилась лишь частично, мелкие веточки, как правило, обломались, кора осыпалась
- лиственных пород	Листья зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года	Листья зеленая; крона слабоажурная, прирост может быть ослаблен по сравнению с нормальным, усохших ветвей менее 1/4	Листья мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/4 до 1/2	Листья мельче, светлее или желтее обычной, преждевременно отпадает или увядает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/2 до 3/4	Листья усохла, увяла или преждевременно опала, усохших ветвей более 3/4, мелкие веточки и кора сохранились	Листья и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола

<i>Критерии</i>	<i>Степень деградации</i>					
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Повреждения древостоя: - хвойных пород	Не наблюдается	Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей	Возможны признаки повреждения ствола корневых лап, ветвей, кроны; могут иметь место попытки поселения или удавшиеся местные поселения стволовых вредителей на стволе или ветвях	Признаки повреждения ствола и других частей дерева выражены сильнее, чем у деревьев предыдущей категории; возможно заселение дерева стволовыми вредителями (смоляные воронки, буровая мука, насекомые на коре, под корой и в древесине)	Признаки предыдущей категории; в конце сезона возможно наличие на части дерева вылетных отверстий насекомых	На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой – обильная буровая мука и грибница разрушающих грибов
- лиственных пород	Не наблюдается	Могут быть местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения, единичные водяные побеги	Признаки предыдущей категории выражены сильнее; попытки поселения или удавшиеся местные поселения стволовых вредителей; сокоотечение и водяные побеги на стволе и ветвях	На стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокоотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие	На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями и поражения грибами	Имеются вылетные отверстия насекомых на стволе, ветвях и корневых лапах, на коре и под корой – грибница и плодовые тела грибов

Таблица 5

Дополнительные критерии определения степени деградации лесной растительности

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Учет обилия и соотношения в сообществах аборигенных и синантропных видов, определяющих степень деградации травяно-кустарничкового яруса	Синантропные виды полностью отсутствуют	В травяно-кустарничковом ярусе не более 10% синантропных видов	Доля синантропных видов 10-15%	В травяно-кустарничковом ярусе суммарное проективное обилие синантропных видов составляет от 15 до 75%	Суммарное проективное обилие синантропных видов составляет от 75 до 95%	Проективное обилие аборигенных видов в травяно-кустарничковом ярусе не превышает 5% от общего покрытия
Жизненное состояние (жизненность) видов в локальных популяциях	Жизненность растений не ниже средней	Синантропные виды с пониженной жизненностью	Часть синантропных видов имеет нормальную жизненность	Большинство синантропных видов имеет нормальную жизненность	Все синантропные виды имеют нормальную жизненность	Жизненность аборигенных видов низкая, они занимают защищенные от воздействий места

- наличие представителей животного мира, ради которых была организована ООПТ;
 - наличие видов, занесенных в Красные книги, соотношение видов разных категорий редкости;
 - количественный показатель видов, занесенных в Красные книги;
 - успех размножения редких и исчезающих видов как показатель уровня беспокойства и загрязнения среды;
 - видовое соотношение. Соотношение экологически пластичных (тривиальных), синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа.
- К дополнительными критериями относятся (табл. 7):
- количественное соотношение экологически пластичных (тривиальных), синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа;
 - успех размножения всех обитателей исследованной территории как показатель уровня беспокойства и загрязнения среды [12].

Таблица 6

Основные критерии определения степени деградации животного мира

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Наличие представителей животного мира, ради которых была организована ООПТ	Стабильное присутствие вида	Вид присутствует не каждый год	Вид присутствует 1 раз в 3 года	Вид отсутствует более 5 лет	Вид отсутствует более 7 лет	Вид отсутствует более 10 лет
Наличие видов, занесенных в Красные книги, соотношение видов разных категорий редкости; количественный показатель видов, занесенных в Красные книги	Присутствуют несколько видов редких животных. Их присутствие стабильно	Нерегулярное присутствие редких видов	Обитавшие ранее редкие виды в последние 3 года не встречаются	Обитавшие ранее редкие виды в последние 5 лет не встречаются	Обитавшие ранее редкие виды в последние 7 лет не встречаются	Обитавшие ранее редкие виды в последние 10 лет не встречаются
Успех размножения редких и исчезающих видов как показатель уровня беспокойства и загрязнения среды	Успех размножения					
	75–100%	50–75%	50–60%	40–50%	40%	менее 25%
Видовое соотношение. Соотношении экологически пластичных (тривиальных), синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа	Тривиальных и синантропных видов					
	10–15%	15–20%	20–30%	30–40%	40–50%	более 50%

В качестве основных критериев при оценке состояния экосистемы приняты следующие (табл. 8):

- фаза трансформации (деградации);
- степень деградации компонентов (почвы, растительность, животный мир).

К дополнительными критериями относятся (табл. 9):

- качество круговорота веществ;
- запас фитомассы (как показатель энергоемкости системы);
- продуктивность экосистемы;
- возраст экосистемы [13].

Таблица 7

Дополнительные критерии определения степени деградации животного мира

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Количественное соотношение экологически пластичных (тривиальных), синантропных видов и видов, характерных для конкретного биотопа	Тривиальные и синантропные виды, % от всего населения животных					
	Не более 20%	Не более 30%	Не более 40%	Не более 50%	Не более 60%	Не более 75%
Успех размножения всех обитателей исследованной территории как показатель уровня беспокойства и загрязнения среды	75–100%	50–75%	50–60%	40–60%	40%	менее 25%

Таблица 8

Основные критерии определения степени деградации экосистем

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Фаза трансформации (деградации) для лесных экосистем	Коренное (зональное) сообщество	Квазикоренное сообщество	Смешанный лес	Мелколиственный лес	Луг, лугоподобные сообщества	Пустырь, пионерные группировки растительности
Степень ¹ деградации компонентов (почвы, растительность, животный мир)	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5

¹ Экологическая оценка состояния экосистемы (O_s) получена как сумма частных оценок (степени деградации) состояния компонентов:

$$O_s = (K_1 + K_2 + \dots + K_n) / n, \text{ где}$$

K_n – оценка (степень деградации) состояния компонента (почвы, растительность, животный мир).

Таблица 9

Дополнительные критерии определения степени деградации экосистем

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Качество круговорота веществ, Q	1–2	2–3	4–5	5–6	6–8	> 8
Запас фитомассы, Q	1–2	2–3	4–5	5–6	6–8	> 8
Продуктивность экосистемы, Q	1–2	2–3	4–5	5–6	6–8	> 8

Окончание табл. 9

Критерии	Степень деградации					
	0	1	2	3	4	5
Возраст экосистемы, Q	1–2	2–3	4–5	5–6	6–8	> 8

$$Q = 6(\ln X_{\text{вых}} / \ln X_{\text{вх}} - 1),$$

где $X_{\text{вых}}$ – состояние экосистемы под антропогенной нагрузкой (концентрация вещества на выходе); $X_{\text{вх}}$ – фоновое состояние (концентрация вещества на входе) экосистемы.

Степень деградации ООПТ высчитывается как сумма степеней деградации базовых экосистем:

$$O_3 = \sum (O_{бэ1} \dots O_{бэn}),$$

где O_3 – степень деградации ООПТ; $O_{бэ}$ – степень деградации базовой экосистемы

Степень деградации базовой экосистемы определялась следующим образом:

$$O_{бэ} = (O_{п} * D_{бэ} + O_{р} * D_{бэ} + O_{ф} * D_{бэ}) / n,$$

где O_i – степень деградации почвы в пределах базовой экосистемы; O_p – степень деградации растительности в пределах базовой экосистемы; O_f – фаза трансформации экосистемы в пределах базовой экосистемы; $D_{бэ}$ – доля площади базовой экосистемы от общей площади ООПТ; n – количество оцениваемых компонентов.

Полученные результаты заносятся в итоговую таблицу (табл. 10).

Таблица 10

Экологическая оценка состояния ООПТ

№ контрольной площадки наблюдения (название) базовой экосистемы	Площадь		Оценка состояния					
	га	доля от площади ООПТ	Почвы	Растительность	Животный мир	Экосистема	Дополнительные оценки	Базовая экосистема (средневзвешенная)
1								
2								
n								
Амплитуда изменений (min-max)								
Средневзвешенная оценка для ООПТ								

Результаты исследований состояния особо охраняемых природных территорий могут быть использованы органами государственного контроля, заказчиками (инвесторами) хозяйственной и иной деятельности, разработчиками предпроектной и проектной документации, органами заинтересованных организаций и лицами, участвующими в обсуждении состояния ООПТ регионального и местного значения.

Библиографический список

1. ГОСТ 17.4.2.02-83. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землеваяния.
2. ГОСТ 17.4.2.03-86. Охрана природы. Почвы. Паспорт почв.
3. ГОСТ 17.4.4.01-84. Охрана природы. Почвы. Методы определения катионного обмена.
4. ГОСТ 17.4.4.03-86 (СТ СЭВ 5300-85). Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей.
5. ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.

6. ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85). Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
7. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы. Земли. Требования к определению снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
8. ГОСТ 17.5.4.02-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах.
9. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. 1984. № 5. С. 3–16.
10. Денисова Л.В., Никитина С.В., Заугольнова Л.Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР // Всес. науч.-исслед. ин-т охраны природы и заповедного дела Госагропрома СССР. М., 1986. 34 с.
11. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Охрана почв и земель: сб. нормативных актов / РЭФИА. Мин. ООС и ПР РФ. Вып.2. С.174–196.
12. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных / Г.А. Новиков. М.: Сов. наука, 1953.
13. Пузаченко Ю. Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. М.: Изд-во УРАО, 1998.
14. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 1998.
15. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.
16. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. Гидрометеоздат, 1981.
17. РД 39-0147098-015-90. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах предприятий Миннефтепрома. [Электронный ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Кодекс».

S.A. Buzmakov, S.A. Ovesnov, A.I. Shepel, A.A. Zaytsev

METHODICAL INSTRUCTIONS «ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ESPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF REGIONAL IMPORTANCE»

Methodical instructions «Environmental assessment of especially protected natural territories of regional importance» are worked out at Perm State University. They are used for works about protected areas of regional significance's monitoring in Perm region.

Key words: environmental assessment; monitoring; degradation; restoration; soil; vegetation; wildlife; ecosystem; basic ecosystem; especially protected natural territories; evaluation criteria.

УДК 556.552: 628.8

Е.А. Зиновьев, А.Б. Китаев

РОЛЬ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ И ОСОБЕННОСТЯХ ИХТИОФАУНЫ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ СОЛИКАМСКО-БЕРЕЗНИКОВСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: hydrology@psu.ru, zoovert@psu.ru

Показано влияние выбросов промышленных стоков Соликамско-Березниковского комплекса на состояние и трансформацию гидрофауны верхней части Камского водохранилища.

Ключевые слова: химическое загрязнение; выбросы промышленных стоков; водохранилище; ихтиофауна; трансформация.

Создание промышленных комплексов на берегах водотоков и водоемов или в непосредственной близости от них непременно сопровождается негативным воздействием сбросов сточных вод на со-