

УДК 504.453. 504.064.2, 574.4

## ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ФРАКЦИЙ В ГРУНТАХ ВОДОТОКОВ, ПЕРЕСЕКАЕМЫХ ТРАССОЙ НЕФТЕГАЗОПРОВОДА НА САХАЛИНЕ

Ефанов В.Н., Кордюков А.В., Романова Г.Н., Михайлова К.Э., Бянкина К.Е.

*ФГБОУ ВПО «Сахалинский государственный университет»,*

*Южно-Сахалинск, e-mail: efanov\_vn@sakhgu.ru*

Нами проведено слежение за динамикой содержания взвешенных веществ в водотоках о.Сахалин, через которые были проложены нефтегазопроводы. Установлено, что при укладке труб траншейным методом количество осадков, сносимых в водотоки, в семилетний период наблюдения не уменьшается. В результате этого ежегодно происходит интенсивное осадконакопление мелких фракций в грунте нерестилищ и восстановление последних как на затронутом переходом участке, так и на расстоянии не менее 250 метров от 100% зоны негативного воздействия не происходит. Пришли к заключению, что при оценке степени и продолжительности негативного воздействия на рыбохозяйственные водотоки последние следует рассматривать как составные части экосистемы, состоящей непосредственно из водотока, его донной составляющей, представляющей, по большей части нерестилища лососей и места обитания зообентоса, а также водосборной площадью, покрытой в той или иной мере растительностью. Состояние последней в основном определяет плоскостной смыв или сток взвешенных веществ в водотоки.

**Ключевые слова:** взвешенные вещества, водотоки, нефтегазопроводы, нерестилища, осадконакопление, содержание мелкодисперсных фракций, ущерб рыбному хозяйству, водная экосистема

## DYNAMICS OF HIGHLY DISPERSED FRACTION CONTENT IN GROUNDS IN STREAMS CROSSED BY OIL-AND-GAS PIPELINE ON SAKHALIN ISLAND

Yefanov V.N., Kordyukov A.V., Romanova G.N., Mikhaylova K.E., Byankina K.E.

*SakhalinStateUniversity, Yuzhno-Sakhalinsk, e-mail: efanov\_vn@sakhgu.ru*

We had taken a monitoring under dynamics of suspended solids content in streams on Sakhalin island, crossed by oil-and-gas pipelines. It's ascertained that after laying with a trench method amount of suspended solids carried away in the streams does not decrease during seven years period. As a result an intensive accumulation of fines in grounds of spawning area happens every year. And there is no absolute recovery of spawning ground in the place of crossing and in affected territory with not less than 250 m distance from the zone of negative impact. Therefore in estimation of level and duration of negative influence upon fishery streams they should be investigated as components of ecosystems, that consists of the stream, its bottom (that represents a salmon spawning area, habitat of zoobenthos) and drainage area covered with some vegetation. The condition of the last one determines processes of surface run-off and suspended solids run-off into the streams.

**Keywords:** suspended solids, streams, oil-and-gas pipelines, spawning area, siltation, highly dispersed fraction content, damages to fish industry, water ecosystem

В настоящее время экономика многих стран мира и, в частности, России, базируется на разработке невозобновляемых природных ресурсов. При этом немаловажное значение уделяют добыче нефти и газа. В то же время транспортировку этих полезных ископаемых к местам переработки или реализации, как правило, осуществляют по нефте- или газопроводам. Существуют 2 основных способа прокладки нефтегазопроводов через водотоки, которые применяют в России и использовали при реализации проекта «Сахалин-II»: траншейный и горизонтально-направленный. Прокладку нефтегазопроводов траншейным способом осуществляют в следующей последовательности: вырубает деревья и кустарники, одно- или многоковшевым экскаватором снимают почвенно-плодородный слой и укладывают его по одну из сторон траншеи. Затем вынимают грунт на глубину, превышающую на 1,5–2 м глубины промерзания для конкретной местности. Вы-

нимаемый грунт откладывают на противоположную сторону. Дно траншеи отсыпают непучинистым грунтом, как правило, песком, и выравнивают его. На дно укладывают трубы с пригрузами, изготовленными из бетона, после чего осуществляют сварку труб и проверки шва в ИК-свете. Трубу укладывают на дно траншеи и производят обратную засыпку. В водотоке засыпку осуществляют щебнем [21].

Следует заметить, что каждый из нефтегазопроводов укладывают на расстоянии не менее 10 м друг от друга. Т.к. с помощью экскаватора проводятся работы и в самом водотоке, то происходит значительное увеличение твердого стока. Также, как уже было сказано, уничтожается растительность, а это, в свою очередь, ведет к усилению водной эрозии (плоскостного стока) – смыв верхнего горизонта почвы под влиянием стекающих по склону дождевых или талых вод. Последняя в свою очередь опять ведет к увеличению твердо-

го стока, появлению наилка и увеличению мелкодисперсных фракций в грунте нерестилищ [19; 20].

Прокладка трубопровода траншейным способом на одном из водотоков Сахалина р. Ай представлена на рис. 1.



Рис. 1. Река Ай – строительство перехода нефтегазопровода, рытье траншеи, 2006 год (источник: официальный сайт «Сахалин Энерджи» [www.sakhalinenergy.com](http://www.sakhalinenergy.com))

Прокладку переходов методом горизонтально-направленного бурения осуществляют в три стадии.

**На первой стадии** производят направленное бурение пилотной скважины небольшого диаметра по заданной траектории. Для определения фактической траектории прохождения пилотной скважины в головной части колонны устанавливают датчик (зонд) системы ориентирования.

**На второй стадии** скважину расширяют до диаметра, который позволит проложить трубопровод. Последовательными проходами расширителей все большего диаметра скважину расширяют до диаметра, равного примерно 1,5 диаметром рабочего трубопровода.

**Третья стадия** является заключительной, на ней производят протаскивание плети рабочего трубопровода в расширенную скважину [18]. При данном способе прокладки нефтегазопровода нарушения

склонов рек, как правило, не происходит, а значит, не происходит значительного увеличения плоскостного стока [4; 7].

Схема проходки скважины горизонтально-направленного бурения представлена на рис. 2.

Именно такими способами осуществляли прокладку нефтегазопроводов на о. Сахалин через 1113 водотоков, при этом преимущественно применяли траншейный способ и лишь несколько крупных рек (4 водотока) были пройдены методом горизонтально-направленного бурения.

Производя расчёт ущерба, наносимого рыбному хозяйству при пересечении водотоков, в которых воспроизводятся тихоокеанские лососи, специалисты ВНИРО в 2002 г. оценили его в 627,78 т, при этом сочли, что период восстановления нерестилищ в реках принимается равным 2 годам в коридоре створа работ и одному году в зоне распространения взвеси (табл. 1).

Таблица 1

Ущерб рыбным запасам по всем компонентам (по данным ВНИРО, Проект «Сахалин II» Этап 2 ТЭО Том 3, Книга 8, Часть 2.1)

Компоненты ущерба	Величина годового ущерба, кг/год	Время восстановления	Общий ущерб, кг
Потери кормовой базы	1787,32	2 года	1787,32
	26842,57	1 год	13421,29
Потери выростных угодий	3335,02	3 года	5002,52
Потери площадей нерестилищ	607560,88	1 год	607560,88
Суммарные потери	639525,79		627772,01

Свой постулат о скорости восстановления нерестилищ в водотоке специалисты ВНИРО базировали на рассмотрении водо-

тока как самостоятельной единицы, не входящей в экосистему, составные части которой представлены непосредственно водотоком,

его донной составляющей, представляющей по большей части нерестилища лососей и места обитания зообентоса, а также водосборной площадью, покрытой в той или иной мере растительностью. Состояние последней в основном определяет плоскостной смыв или сток взвешенных веществ в водотоки [1; 2; 5; 9; 10]. В то же время растительность при прокладке нефте- и газопроводов

была нарушена на протяжении 800 км полосой по ширине не менее 50 м, вследствие чего увеличился сток взвешенных веществ. В связи с этим в период с 2006 по 2012 гг. было проведено слежение за фракционным составом грунтов в 21 водотоке, два из которых контрольные (р. Ай, пройдена траншейным способом, и р. Фирсовка, пройдена горизонтально-направленным бурением).

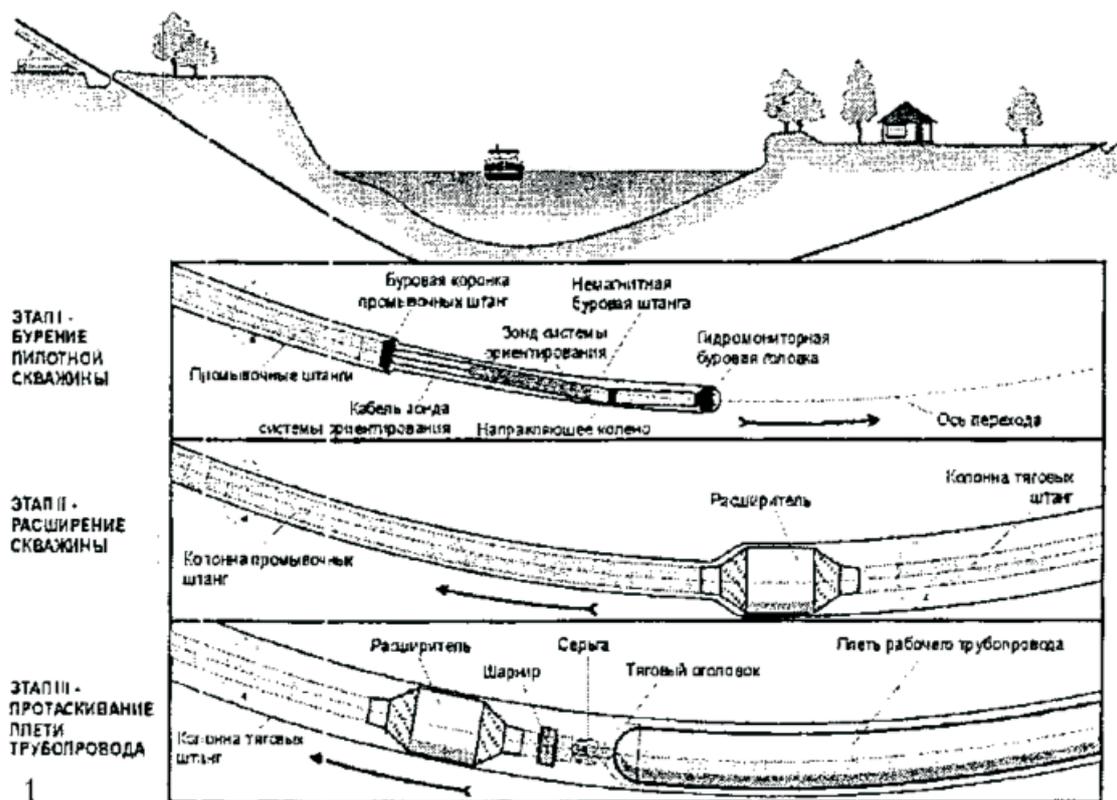


Рис. 2. Схема и этапы проходки скважины горизонтально-направленного бурения [18]

В чём причина рассмотрения и сбора проб грунта на нерестилищах для оценки его грансостава? Во-первых, осадконакопление или седиментация мелкодисперсных фракций в грунте, а также высота наилка представляют собой результирующую баланс взвешенных веществ, поступающих в водоток [14; 16]. Во-вторых, все виды тихоокеанских лососей нерестятся в водотоках и откладывают икру в гнёзда, для чего роют углубление в грунте и затем его закапывают. От того, насколько в грунте на нерестилищах велика доля частиц диаметром менее 1 мм, зависит его проницаемость (фильтрация воды и поступление кислорода как к икре, так и к эмбрионам) [3; 5; 9; 10; 12; 13; 15; 17]. Кривая зависимости между долей в грунте частиц диаметром < 1 мм и выживаемостью икры и личинок лососей в нерестовых буграх представлена на рис. 3.

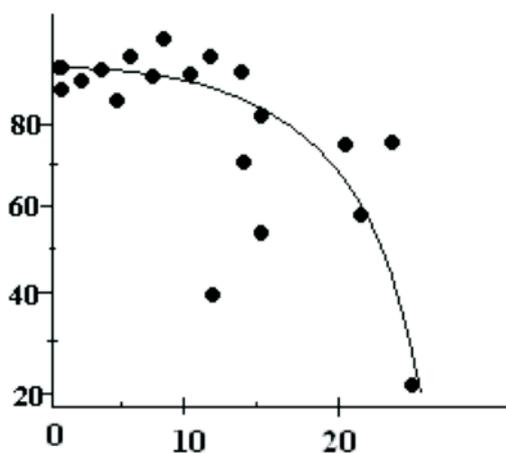


Рис. 3. Кривая зависимости между долей в грунте частиц диаметром < 1 мм и выживаемостью икры и личинок лососей в нерестовых буграх

**Материалы и методы исследований**

Для непосредственного отбора проб грунта в установленных нами точках использовали грунто-отборник Лемана-Кляшторина [8] в модификации В.Н. Ефанова, представляющий собой раму размером

50×50 см, обтянутую сверху капроновым мельничным газом № 56, не пропускающим мелкодисперсные частицы грунта диаметром более 0,01 мм. Низ рамы обшит палаточной тканью. Грунт отбирали полустыковой лопатой на глубине до 35 см (наибольшая глубина заложения икры горбуши в грунт) (рис. 4).



Рис. 4. Отбор проб грунта на нерестилище в р. Ай

Отбор проб осуществляли в трёх точках: в 500 м выше проложения трассы нефтегазопровода, в центре пересечения трассы и в 500 м, от нижнего края пересечения с трассой.

Обработку проб осуществляли по ГОСТ 12536–79 – Грунты. «Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава», раздел «Определение гранулометрического (зернового) состава песчаных грунтов ситовым методом» [6; 11]. При этом для разделения грунта на фракции применяли сита с размером отверстий 10; 7; 5; 3,75; 3; 2; 1; 0,25 мм.

**Результаты исследований и их обсуждение**

После камеральной и математической обработки материала по гранулометрическому составу, собранному в 2006, 2009–2012 гг. получили следующие данные о доле фракций диаметром менее 1 мм. Приводим данные по подконтрольному водотоку р. Ай, пройденной траншейным способом (рис. 5).

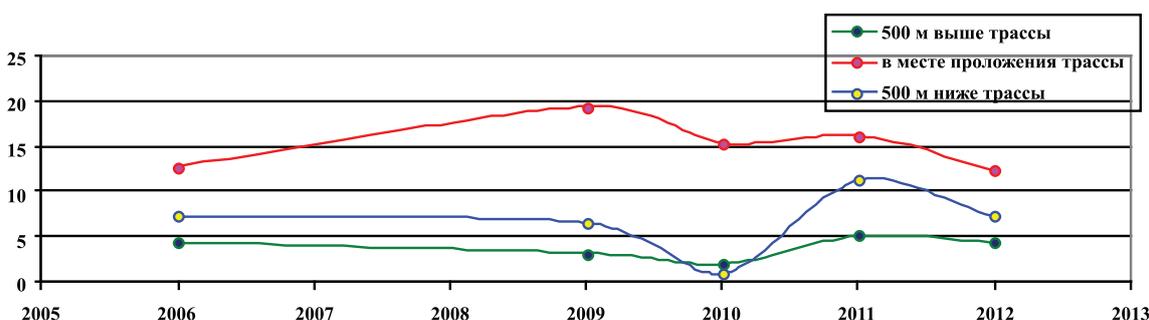


Рис. 5. Динамика содержания частиц диаметром <1 мм в грунте на различных участках

Судя по представленным данным, прокладка нефте- и газопроводов на водотоках, пройденных траншейным способом, привела к практически полному выводу из эксплуатации для нереста и обитания гидробионтов на 50-метровой зоне водотоков (ширина прокладки трассы). Происходит их значительное загрязнение на расстоянии более 300 метров от конца полосы отвода трассы, которое, судя по высоте наилка, оказывает 100%-е негативное воздействие на воспроизводство гидробионтов. Кроме

того, определённое негативное воздействие продолжает осуществляться на расстоянии не менее 250 м от 100%-й зоны негативного воздействия. При этом заметим, что фоновое содержание мелких фракций (500 метров выше зоны проложения трассы) в водотоке незначительное. Количество мелких фракций сокращается и приближается к фоновому на расстоянии около 600 м. Таким образом, динамика содержания взвешенных веществ в водотоках, пройденных траншейным методом, отличается от предполагае-

мой специалистами ВНИРО, и восстановления грунта нерестилищ не происходит.

На реках, пройденных горизонтально-направленным бурением, где не была нарушена растительность прибрежной полосы, следуя гранулометрическому составу грун-

та, доля фракций диаметром < 1 мм в 2 раза меньше, чем в реках, где нефтегазопровод был проложен траншейным способом, и практически приближается к отмечаемому на ненарушенных участках рек, расположенных выше трассы (табл. 2).

Таблица 2

Результаты анализа гранулометрического (зернового) состава песчаных грунтов ситовым методом (река Фирсовка): место пересечение нефтегазопровода

Фракции грунта, мм	Более 10	10–5	5–3	3–2	2–1	1	0,25	Менее 0,25	
Содержание фракции %	86,7	0	3,9	0,4	0,3	3,9	3,1	1,7	
Доля мелкодисперстной фракции, %							8,7		

Исходя из установленной динамики взвешенных веществ и осадконакопления мелкодисперсных фракций в грунте нерестилищ, осуществили перерасчёт ущерба, наносимого рыбному хозяйству от пересечения водотоков трассой нефтегазопроводов. При этом сочли, что отмечаемое негативное воздействие на гидробионтов

будет продолжаться ориентировочно ещё на протяжении как минимум 10 лет. Так как, предположительно, за этот период может восстановиться комплекс растительного сообщества, предотвращающий эрозионные процессы почвы и снос её мелких фракций в водотоки. Результаты расчёта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расчёт компенсации ущерба, наносимого рыбному хозяйству

Суммарная площадь нерестовых площадей, располагающихся ниже трассы трубопровода, м <sup>2</sup>	1650516
Суммарная площадь нерестовых площадей, располагающихся ниже трассы трубопровода, м <sup>2</sup> на реке Ай	31900
Отношение общей нерестовой площади, располагающихся ниже трассы трубопровода, м <sup>2</sup> , к нерестовой площади ниже трассы трубопровода на реке Ай	51,7403
Ориентировочная величина общего ущерба по всем водотокам, тонн	46329,31
Ориентировочная величина общего ущерба по всем водотокам с поправкой на разницу в стоимости 1 тонны биоресурсов шельфа северо-восточного Сахалина и 1 тонны кеты	36512,8242
Ориентировочная величина капитальных вложений, определённая методом экстраполяции, для всех водотоков в долларах	81445594
Ориентировочная величина эксплуатационных расходов, в долларах	25036843
Общая ориентировочная сумма компенсационных затрат	106482437

Итак, из-за того, что при расчёте ущерба, наносимого рыбному хозяйству, не были учтены все негативные факторы от прокладки нефтегазопроводов, оказывающие воздействие на водотоки и обитающих в них гидробионтов, продолжительность негативного воздействия минимальная фактическая больше ранее рассчитанной как минимум в 10 раз.

### Выводы

1. Динамика содержания взвешенных веществ в водотоках, пройденных траншейным методом, отличается от предполагаемой специалистами ВНИРО, а именно, количество осадков, сносимых в водотоки в период наблюдения, не уменьшается, следствием чего ежегодно происходит интенсивное осадконакопление мелких фракций в грунте нерестилищ, и восстановление последних, как на затронутом переходом участке, так и на рас-

стоянии не менее 250 м от 100%-й зоны негативного воздействия не происходит.

2. Фактическая величина ущерба, нанесённого рыбному хозяйству от прокладки нефтегазопроводов через водотоки на Сахалине, как минимум, на порядок больше рассчитанной и компенсированной компанией «Сахалин Энерджи».

3. При оценке степени и продолжительности негативного воздействия на рыбохозяйственные водотоки последние следует рассматривать как составные части экосистемы, состоящей непосредственно из водотока, его донной составляющей, представляющей по большей части нерестилища лососей и места обитания зообентоса, а также водосборной площади, покрытой в той или иной мере растительностью. Состояние последней в основном определяет плоскостной смыв или сток взвешенных веществ в водотоки.

**Список литературы**

1. Аршаница Н.М., Калинин В.Г. Влияние дноуглубительных работ на иктиофауну // Сб. Науч. трудов ГосНИОРХ, 1986, в. 255. – С. 49–54.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. – М.: ИКЦ «Март», Ростов-на-Дону, Издательский центр «Март», 2004. – 496 с.
3. Васильев И.С. Водоснабжение нерестовых бугров горбуши и летней кеты // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. – 1958. – № 3. – С. 26–31.
4. Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятия, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. – М., 1990. – 61 с.
5. Вронский Б.Б. Содержание кислорода и температурный режим на нерестилищах чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)) в бассейне р. Камчатка // Известия ТИНРО. – 1974. – Т.90. – С. 119–128.
6. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава: ГОСТ 12536–79; введен 01.07.1979 г. // Государственный комитет СССР по делам строительства – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1980. – 24 с.
7. Ефанов В.Н. Особенности оценки воздействия на водную среду при осуществлении хозяйственной деятельности у водных объектов высшей категории рыбохозяйственного водопользования // Государственная экологическая экспертиза и оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду на рубеже веков: 5-я международная конференция, 14–18 мая 2001, Методические материалы. – Т. 3. – М., 2001. – С. 14–16.
8. Леман В.Н., Кляшторин Л.Б. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей: методические указания. – М.: Изд-во ВНИРО, 1987. – 29 с.
9. Канидьева А.Н. Абиотические условия в нерестовых буграх горбуши // Известия ТИНРО. – Т. 61. – 1968. – С. 125–145.
10. Кляшторин Л.Б. Водное дыхание и кислородные потребности рыб. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 168 с.
11. Методика выполнения измерений массовой концентрации взвешенных веществ и общего содержания примесей в водах весовым методом: методические указания, введен 17.04.95 г. // Начальник ГУЭМЗ Росгидромета Цатуровым Ю.С. – Ростов-на-Дону, 1995. – 8 с.
12. Никифоров Н.Д. Изменение интенсивности дыхания у молоди лососа, выращенной в разных условиях кислородного режима // Доклады. АН СССР. – т. 88. – 1953. – № 1. – С. 101–125.
13. Никольский Г.В. Экология рыб: учеб. пособие для ун-тов. – 3-е изд., доп. – М.: Высшая Школа, 1974. – 357 с.
14. Новиков Б.И. Донные отложения днепровских водохранилищ. – Киев: Наукова думка, 1985. – 172 с.
15. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. – М.: ВНИРО, 2001. – 247 с.
16. Прыткова М.Я. Осадконакопление в малых водохранилищах. – Л.: Наука, 1981. – 152 с.
17. Садов И.А. Влияние перенасыщенной кислородом воды на развитие молоди // Рыбное хозяйство. – 1948. – № 1. – С. 43.
18. Спектор Ю.И., Мустафин Ф.М., Лаврентьев А.Е. Строительство подводных переходов способом горизонтально направленного бурения. – Уфа: ООО «Дизайн Полиграф Сервис», 2001. – 208 с.
19. Шершнева А.П., Оценка ущерба, наносимого производству лососей в условиях развития народного хозяйства Сахалинской области, 1981–1984 гг. // Отчет о научно-исследовательской работе. Рациональное использование запасов и регулирование промысла дальневосточных лососей. ТИНРО. – Южно-Сахалинск, 1985. – 39 с.
20. Шершнева А.П., Ардавичус А.И. Влияние мелких частиц грунта на выживаемость икры горбуши в период эмбрионально-личиночного развития // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. – СахНИРО, 1994. – С. 68–71.
21. Ширин, П.К. Строительство подземных трубопроводов. – М.: Государственное Изд-во Строительной Литературы, 1951. – 182 с.

**References**

1. Arshanica N.M., Kalinicheva V.G. Vliyanie dnouglubitel'nyh rabot na ihtiofaunu. Sb. Nauch. trudov GosNIORH, 1986, Vol. 255. pp. 49–54.
2. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Pochvovedenie. Moskva: IKC «Mart», Rostov-na-Donu, Izdatel'skij centr «Mart», 2004. 496 p.

3. Vasil'ev I.S. Vodonasabzhenie nerestovyh bugrov gorbushi i letnej kety. Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskije nauki. 1958, ni. 3. pp. 26–31.
4. Vremennaja metodika ocenki ushherba, nanosimogo rybnym zapasam v rezul'tate stroitel'stva, rekonstrukcii i rasshirenija predpriyatii, sooruzhenij i drugih ob'ektov i provedenija razlichnyh vidov rabot na rybohozajstvennyh vodoemah. M.: 1990, 61 p.
5. Vronskij B.B. Soderzhanie kisloroda i temperaturnyj rezhim na nerestilishhah chavychi (*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)) v bassejne r. Kamchatka. Izvestija TINRO. 1974. T. 90. pp. 119–128.
6. Grunty. Metody laboratornogo opredelenija granulometricheskogo i mikroagregatnogo sostava: GOST 12536-79; vveden 01.07.1979 g. Gosudarstvennyj komitet SSSR po delam stroitel'stva. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1980. 24 p.
7. Efanov V.N. Osobennosti ocenki vozdejstvija na vodnuju sredu pri osushhestvlenii hozjajstvennoj dejatel'nosti u vodnyh ob'ektov vysshej kategorii rybohozajstvennogo vodopol'zovanija. 5-ja mezhdunarodnaja konferencija «Gosudarstvennaja jekologicheskaja jekspertiza i ocenka vozdejstvija hozjajstvennoj dejatel'nosti na okruzhajushhuju sredu na rubezhe vekov», 14–18 maja 2001, Metodicheskie materialy. T. 3 M., 2001, pp. 14–16.
8. Leman V.N., Kljashtorin L.B. Ocenka sostojanija nerestilishh tihookeanskikh lososej. Metodicheskie ukazanija. Izd-vo VNIRO, M., 1987, 29 p.
9. Kanid'ev A.N. Abiotesicheskie uslovija v nerestovyh bugrah gorbushi // Izvestija TINRO, t. 61, 1968, pp. 125–145.
10. Kljashtorin L.B. Vodnoe dyhanie i kislorodnye potrebnosti ryb. M.: Legkaja i pishhevaja prom-st', 1982. 168 p.
11. Metodicheskie ukazanija. Metodika vypolnenija izmenenij massovoj koncentracii vzveshennyh veshhestv i obshhego soderzhanija primesej v vodah vesovym metodom: vveden 17.04.95 g. Nachal'nik GUJEMZ Rosgidrometa Caturovym Ju.S. Rostov-na-Donu, 1995. 8 p.
12. Nikiforov N.D. Izmenenie intensivnosti dyhanija u molodi lososja, vyrashhennoj v raznyh uslovijah kislorodnogo rezhima. Doklady. AN SSSR t. 88, no. 1, 1953 pp. 101–125.
13. Nikol'skij G.V. Jekologija ryb. Izd. 3-e, dop. Ucheb. Posobie dlja un-tov, M., «Vysshaja Shkola», 1974. 357 p.
14. Novikov B.I. Donnye otlozhenija dneprovskih vodohranilishh. Kiev: Naukova dumka. 1985. 172 p.
15. Patin S.A. Neft' i jekologija kontinental'nogo shel'fa. M.: VNIRO, 2001. 247 p.
16. Pрыtkova M.Ja. Osadkonakoplenie v malyh vodohranilishhah. L.: Nauka, 1981, 152 p.
17. Sadov I.A. Vlijanie perenasyshhennoj kislorodom vody na razvitie molodi. Rybnoe hozjajstvo, no. 1, 1948 pp. 43.
18. Spektor Ju.I., Mustafin F.M., Lavrent'ev A.E. Stroitel'stvo podvodnyh perehodov sposobom gorizontal'no napravlennogo burenija. Ufa: ООО «DizajnPoligrafServis», 2001. 208 p.
19. Shershnev A.P., Ocenka ushherba, nanosimogo vosproizvodstvu lososej v uslovijah razvitija narodnogo hozjajstva Sahalinskoj oblasti, 1981–1984 gg. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote. Racional'noe ispol'zovanie zapasov i regulirovanie promysla dal'nevostochnyh lososej. TINRO, Juzhno-Sahalinsk, 1985. 39 p.
20. Shershnev A.P., Ardavichus A.I. «Vlijanie melkikh chastic grunta na vyzhivaemost' ikry gorbushi v period jembrional'no-lichinochnogo razvitija» «Rybohozajstvennye issledovanija v Sahalino-Kuril'skom rajone i sopredel'nyh akvatorijah». SahNIRO, 1994. pp. 68–71.
21. Shirin P.K. Stroitel'stvo podzemnyh truboprovodov. M.: Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Stroitel'noj Literatury, 1951. 182 p.

**Рецензенты:**

Ерёмин В.М., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования естественного факультета, ФГБОУ ВПО «Сахалинский государственный университет», Министерство образования и науки, г. Южно-Сахалинск;

Простаков Н.И., д.б.н., профессор кафедры зоологии и паразитологии биолого-почвенного факультета, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Министерство образования и науки, г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 06.02.2013.