

УДК 591.044:591.553

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ВОДОТОКОВ БАСЕЙНА Р. АВАЧА, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Т. Л. Введенская, А. В. Улатов



Вед. н. с., н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18  
Тел., факс: (4152) 41-27-01; (4152) 42-19-94  
E-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru, ulatov.a.v@kamniro.ru

*ВОДОТОКИ, АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, ЗООБЕНТОС, ТИХООКЕАНСКИЕ ЛОСОСИ*

Даны гидрологические, гидрохимические и гидробиологические характеристики малых и средних водотоков бассейна р. Авача — рек Колокольникова, Красная, Половинка, притока р. 1-я Мутная (руч. б/н) и руч. Канонерский, находящихся в зоне антропогенного воздействия. Оценено современное экологическое состояние водотоков и причины снижения рыбопродуктивности.

## RESULTS OF MONITORING SMALL RIVERS WITHIN THE BASIN OF AVACHA RIVER, SITUATED IN THE AREA OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE

T. L. Vvedenskaya, A. V. Ulatov

Leader scientist, scientist, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography  
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18  
Tel., fax: (4152) 41-27-01; (4152) 42-19-94  
E-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru, ulatov.a.v@kamniro.ru

*SMALL RIVERS, ANTHROPOGENIC INFLUENCE, ECOLOGICAL STATE, ZOOBENTHOS, PACIFIC SALMON*

Hydrological, hydrochemical and hydrobiological characterization is given for small and mid rivers within the basin of Avacha River (the rivers Kolokolnikova, Krasnaya, Polovinka, Kanonersky Brook and a nameless tributary of the Pervaya Mutnaya River — all situated in the area of anthropogenic influence). Current ecological status of the rivers and causes of fish production reduce there for nowadays have been analyzed.

Рыбохозяйственное значение нерестовой реки определяется величиной естественного нерестово-вырастного фонда, его состоянием и численностью воспроизводящихся лососей. Рыбные ресурсы традиционно являются основой экономики Камчатки, а тихоокеанские лососи многие годы играют ведущую роль. На камчатском полуострове каждый водоток и водоем являются нерестово-вырастными угодьями тихоокеанских лососей, где они проходят все стадии раннего онтогенеза, от развития икры до формирования смолтов. Численность этих рыб может подвергаться существенным изменениям в зависимости от влияния природных и антропогенных факторов. До сих пор естественный нерестово-вырастной фонд водных объектов Камчатки, в основной массе сохранивший свои качества и огромный воспроизводственный потенциал, достаточно высок. Тем не менее, из доклада о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2010 г., представленного Министерством природных ресурсов и экологии Камчатского края, следует, что антропогенное воздействие на водные экосистемы в настоящее время усиливается в связи с ростом населения и интен-

сификацией хозяйственного освоения новых территорий.

Одним из водных объектов является р. Авача, в нижнем течении которой расположены г. Елизово и мелкие населенные пункты — поселки Авача, Северные и Центральные Коряки, Раздольный, Кеткино, Пиначево, Хутор и другие. Густонаселенный район полуострова — Елизовский, исторически находится в бассейне р. Авача. В настоящее время в нем проживает более половины населения Камчатского края.

Река Авача имеет протяженность 122 км, впадает в Авачинскую губу, площадь водосбора — 5090 км<sup>2</sup>. Более 60% русел рек расположено в высотной зоне от 0 до 200 м; около 30% — в зоне от 201 до 500 м, и менее 10% — в зоне от 501 до 1000 м (Ресурсы..., 1966).

Вдоль р. Авача и многих из её притоков проложены многочисленные дороги, в том числе федерального, областного и местного значения. До недавнего времени территории долин рек интенсивно осваивались как сельскохозяйственные угодья. Кроме того, в 2009–2010 гг. строительством магистрального газопровода затронуто основное русло р. Авача и её притоков — рек Мутная-I и Мутная-II,

в результате чего увеличилась антропогенная нагрузка на эти водотоки.

Численность лососей, воспроизводящихся в бассейне р. Авача, в последние годы заметно снижается, промышленный лов производителей лососей не проводится, имеет место только лицензионное спортивное рыболовство, научный лов и отлов производителей для закладки икры на лососевом рыбоводном заводе (ЛРЗ) «Кеткино» и для НИП Севвострыбвода.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Эколого-рыбохозяйственные исследования в бассейне р. Авача проводили в реках Колокольникова, Красная, Половинка, приток р. 1-я Мутная (руч. б/н) и руч. Канонерский, находящихся в зоне антропогенного воздействия, в период с мая по октябрь 2010–2011 гг. (рисунок). Все перечисленные водотоки, кроме р. Половинка, протекают по равнинной местности в пределах пологой слабонаклонной лахаровой поверхности, снижающейся с 200-метровых отметок подножия вулканов в сторону долины р. Авача. Эта поверхность состоит из нескольких наложенных друг на друга лахаровых потоков, перекрытых современным почвенно-растительным чехлом (Мелекесцев и др., 1995).

*Река Половинка* является правым притоком р. Авача, протяженность — 20 км. В нижнем течении она протекает по территории г. Елизово. Обследование водотока проводили только в нижнем течении на трех станциях (ст. 1–3) (Введенская, Погорелова, 2011; Введенская и др., 2012).

*Река Красная* является левым притоком р. Авача, имеет протяженность 16 км. Обследованы два участка среднего течения — верхний (ст. 4) и нижний (ст. 5).

*Река Колокольникова* имеет протяженность 35 км, впадает в р. Пиначевская, являясь ее правым притоком. Водоток протекает по равнинной местности в пределах поверхности древнего подпрудного озера, образовавшегося в четвертичной тектонической депрессии, в долине р. Пра-Авачи (Мелекесцев и др., 1995). Ныне здесь расположены сельскохозяйственные поля. Река обследована в нижнем течении — примерно в 8 километрах от устья — в месте пересечения с автомобильной дорогой «пос. Раздольный – пос. Пиначево». Обследованы участки выше (ст. 6) и ниже (ст. 7) железобетонного кульверта.

*Ручей без названия* — правобережный приток р. 1-я Мутная, которая имеет протяженность 32 км и является левым притоком р. Пиначевская. Обследованный ручей имеет длину около 10 км.

Исследован участок русла среднего течения ручья в районе перехода трассы магистрального газопровода и вдольтрассового дорожного проезда — выше кульверта (ст. 8). Ниже по течению ручья расположены многочисленные СОТы (дачные участки).

*Ручей Канонерский* впадает в основное русло р. Авача, являясь ее левым притоком, длиной около 8 км. Он протекает по селитебной территории г. Елизово. В верхнем течении (протяженность около 3 км) ручей отведен из естественного русла в агромелиоративную канаву в обход взлетно-посадочной полосы аэропорта г. Елизово. Ниже территории аэропорта, в среднем течении, водоток возвращается в естественное русло и далее протекает рядом с частным сектором. В районе 30 км в русле водотока на пересечении с муниципальной автодорогой установлен кульверт. Обследование ручья проведено в нижнем течении (длина около 2,5 км), так как основное загрязнение водотока происходит на этом участке русла.

Гидрохимические исследования состояли в определении биогенного состава, окисляемости,

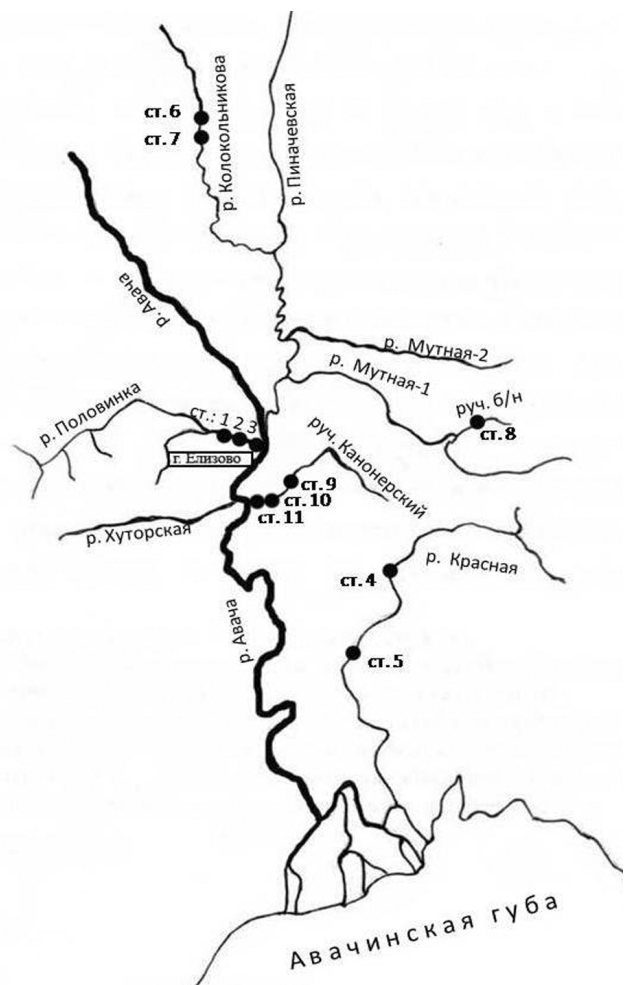


Рисунок. Схема расположения станций на водотоках бассейна р. Авача

органолептических свойств, насыщенности кислородом. Определение растворенных в воде биогенных элементов (фосфор, азот, железо, кремний) проводили в лаборатории океанографии и гидрологии пресных вод КамчатНИРО по стандартным гидрохимическим методам (Руководство..., 1973). Общий фосфор и азот определяли по методике ВНИРО (Справочник..., 1991).

В гидробиологических работах исследовали зообентос и ихтиофауну. Сбор бентосных проб осуществляли бентометрами с площадью облова 0,12 м<sup>2</sup> и 0,0625 м<sup>2</sup> (Леванидов, 1976; Методические..., 2003). При ихтиологических сборах использовали мальковый невод и сачок.

В оценке экологического состояния и сапробности водотоков учитывали структуру и количественные показатели макрозообентоса и ихтиоценоза. Этот метод был использован ранее при оценке состоянии водотоков, протекающих по территории Петропавловска-Камчатского (Введенская, 2011).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Река Половинка

Проведенные исследования бентали выявили, что из всего разнообразия донных беспозвоночных самыми массовыми представителями макрозообентоса являлись амфибиотические насекомые, среди которых доминировали комары-звонцы (табл. 1). Их доля от всех обнаруженных гидробионтов в разных исследованных участках нижнего течения русла реки варьировала от 75,9 до 91,2% по численности и от 26,7 до 80,8% по биомассе. Особенно велико их значение было на ст. 2 — 130,5 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 28,6 г/м<sup>2</sup>, соответственно, против 32,3 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 7,6 г/м<sup>2</sup> — на ст. 1 и 26,1 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 1,7 г/м<sup>2</sup> — на ст. 3.

Среди других беспозвоночных следует отметить комплекс насекомых группы ЕРТ (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), обитание которых происходит исключительно в чистых водах (Woodiwiss, 1978; Семенченко, Разруцкий, 2011). Состав этих насекомых на ст. 1 был представлен шестью видами поденок (*Cynigmula* sp., *C. putoranica*, *Caenis revolorum*, *Baetis* sp., *Drunella triacanta*, *Ephemerella aurivill*), двумя видами веснянок (*Perlodidae* sp., *Suwallia* sp.) и четырьмя видами ручейников (*Apatania crimophila*, *A. stigmatella*, *Glossosoma* sp., *Ecclisomyia kamtshatica*). Ниже по течению, на ст. 2, состав изменялся — уменьшалось видовое разнообразие: поденок — до двух (*C. putoranica*, *Baetis* sp.), ручейников — до трех (*Anagapetus shmidi*, *Apatania* sp., *Drunella triacanta*), и веснянок — до двух (*Perlodidae* sp., *Suwallia* sp.) видов. В устье реки, на ст. 3, каждый

таксон — поденки (*C. putoranica*, *Baetis* sp., *Ephemerella mucronata*), веснянки (*Perlodidae* sp., *Suwallia* sp., *Arcynopteryx* sp.) и ручейники (*Anagapetus schmidi*, *Apatania crimophila*, *A. stigmatella*) — состоял из трех видов. В формировании структуры донных сообществ насекомые группы ЕРТ наибольшее значение имели в самом нижнем участке реки, и их доля от всех обнаруженных беспозвоночных по численности составляла 1,6%, тогда как по биомассе — 53,5%.

Малощетинковые черви обычно успешно увеличивают численность и биомассу в богатом органикой грунте, являясь видами-индикаторами поступления загрязненных вод с высоким содержанием биогенных веществ. В исследованных зонах нижнего течения р. Половинка они немногочисленны и в формировании донных сообществ существенного значения не имели: их относительная численность изменялась в пределах 2,6–3,7%, а биомасса — 0,2–2,1%. Выше городских построек их численность была наименьшей и равнялась 0,9 тыс. экз./м<sup>2</sup>, в городской черте она возрастала до 5,3 тыс. экз./м<sup>2</sup>, а в устье вновь снижалась до 1,2 тыс. экз./м<sup>2</sup>, что является подтверждением влияния измененных по составу вод в городской черте на жизнедеятельность донной биоты.

Из всего обилия беспозвоночных следует, что основными структурными компонентами в зообентосе в нижнем течении реки на ст. 1 были комары

Таблица 1. Состав, структура и обилие макрозообентоса в нижнем течении р. Половинка 28 сентября 2010 г.

Таксон	Ст. 1		Ст. 2		Ст. 3	
	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %
Planaria	0,1	0,7	+	0,1	0,0	0,0
Mermitida	0,1	0,1	+	0,1	0,0	0,0
Nematoda	0,0	0,0	0,0	0,0	+	+
Oligochaeta	2,6	0,2	3,7	1,0	3,6	2,1
Ostracoda	0,1	+	+	+	0,0	0,0
Hydracarina	4,6	0,3	3,0	0,6	18,0	5,6
Chironomidae l.	88,7	26,7	91,2	80,1	75,9	33,4
Chironomidae p.	0,0	0,0	+	+	+	+
Psychodidae l.	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
Limoniidae l.	0,5	5,3	0,3	12,8	0,2	5,2
Tipulidae l.	0,2	62,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Simuliidae p.	+	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Empididae l.	0,0	0,0	+	0,2	0,0	0,0
Ephemeroptera l.	1,9	3,4	0,7	0,8	0,6	6,6
Plecoptera l.	0,7	0,1	0,7	0,2	0,7	11,0
Trichoptera l.	0,2	0,7	+	1,6	0,9	35,9
Trichoptera p.	0,0	0,0	+	2,1	0,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	36,5		143,0		34,4	
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	28,3		35,8		5,1	

Примечание: N — численность, B — биомасса, l. — личинки, p. — куколки, + — менее 0,1%

(звонцы и долгоножки), на ст. 2 — исключительно комары-звонцы, в нижнем течении — комары-звонцы и ручейники.

По обилию заселенности разных участков бентали нижнего течения реки отмечены определенные различия. На ст. 1 и ст. 3 при практически одинаковой общей численности гидробионтов, величина общей биомассы в верхнерасположенном участке реки превышала таковую в нижнем в 5,5 раз. Столь большая разница биомасс обусловлена встречаемостью малочисленных, но очень крупных по размерам комаров-долгоножек, некоторые из них имели длину 40 мм и массу тела 320 мг. На ст. 2 общая численность беспозвоночных была значительно выше, чем в других участках нижнего течения реки, тогда как биомасса характеризовалась низкими величинами по причине отсутствия крупных представителей зообентоса.

По составу зообентосных сообществ экологическое состояние реки в нижнем течении оценивается как хорошее.

Проведенные исследования ихтиоценоза выявили, что его представителями являются только гольцы *Salvelinus malma*. Выше городских построек, на ст. 1, были обнаружены гольцы, размеры которых варьировали в пределах 4,8–10,8 см, а их плотность — 0,5–5 экз./м<sup>2</sup>. На ст. 2 размеры гольцов составляли около 30 см. Рыбы на этом участке реки, совершая нерестовые миграции, пытались преодолеть искусственно созданные водопады, выпрыгивая из воды, но при почти часовом наблюдении за их поведением ни одна из рыб не преодолела эту преграду. Согласно литературным данным (Леман, Лошкарева, 2009), высота прыжка и максимальный вертикальный перепад уровня воды не должны превышать 30 см для половозрелых тихоокеанских лососей и проходной микижи и 15 см — для остальных видов лососей. Сооруженные бетонные каскады на р. Половинка создают водную преграду, непреодолимую для половозрелых гольцов. В устье реки на момент проведения мониторинга рыба не обнаружена.

А.Г. Остроумовым были проведены обследования нерестилища, полученные результаты которых представлены в годовом отчете «Нерестовый фонд лососей рек Камчатской области» в 1995 г. По его данным, в р. Половинка заходили три вида тихоокеанских лососей (горбуша, кета и кижуч), нерест происходил в нижнем и среднем течении. Нерестовые площадки располагались через большие промежутки или несколько чаще, и на каждой размещалось по 2–10 рыб. К настоящему времени р. Половинка в значительной степени

снизила свое рыбохозяйственное значение, так как производители тихоокеанских лососей не заходят в нее, но при этом сохраняется хорошая кормовая, нагульная и нерестовая емкость водотока. Исчезновение тихоокеанских лососей в р. Половинка произошло в связи со следующими основными причинами: массовым и многолетним браконьерством и нарушением миграционных путей (сооружением бетонных берего- и руслоукрепительных сооружений). В приустьевом участке реки (в районе Елизовской рыбинспекции) основное негативное воздействие связано с интенсивными переездами вброд через русло реки автотранспортом.

### Река Красная

Антропогенному воздействию водоток подвергается в основном в среднем течении. В верхнем его участке (ст. 4) он протекает по заселенной (селитебной) территории, в окрестностях расположены постройки разного назначения (пос. Красный, пос. Двуречье). Водоток пересекают федеральная и региональная автодороги (старая и новая елизовские трассы). Ширина русла около 2–3 м, глубина — до 0,5 м, скорость течения 0,4–0,5 м/с. Берега пологие, поросшие ивой и разнотравьем. Берега и русло замусорены различными бытовыми отходами в виде пакетов, полиэтиленовых и стеклянных бутылок. Вода коричневого цвета, прозрачная и без запаха. Температура воды 10 июня составляла 8,2 °С, рН — 7,1. Грунт образован галькой разной величины с песчаным заполнителем, с илком и обрастаниями. На дне очень много листового опада и древесных остатков в виде веточек. Нижний 8-километровый участок среднего течения р. Красная (ст. 5) протекает по агромелиоративной системе с многочисленными осушительными каналами и заросшими пойменными лугами с заболоченными участками, через водоток проходит региональная автодорога (20 км — пос. Николаевка). Ширина русла около 3 м, глубина — 0,7–1,0 м, скорость течения 0,3 м/с. Берега пологие, поросшие разнотравьем и изредка ивой и ольхой. Вода бесцветная, прозрачная, чистая, без запаха. Температура воды 12 июля была 11,3 °С, рН — 7,5. Грунт донных отложений заиленный, образован песком, мягким и легким илом. В местах пересечения с дорогами сооружены бетонные кульверты, и скорость течения в них значительно выше предъявляемых требований к гидрологическому режиму внутри водопропускных сооружений на лососевых ручьях (Леман, Лошкарева, 2009).

Состав зообентоса в верхней и нижней зонах среднего течения реки характеризуется разным составом и степенью заселенности (табл. 2).

Из двух обследованных участков наиболее обильно заселен верхний, где самыми массовыми бентосными беспозвоночными были амфиботические насекомые — по численности их доля составляла 60,8%, по биомассе — 95,4%. Среди них большое значение имели насекомые из группы ЕРТ. Популяция поденок состояла из трех видов личинок (*C. putoranica*, *Baetis sibirica*, *B. fuscatus*), веснянок — из двух (*Taenionema japonicum*, *Suwallia* sp.), а среди ручейников обнаружены были только куколки. В формировании структуры численности наибольшее значение имели поденки (23,1%), комары-звонцы (21,3%) и мошки (10,1%), а в биомассе — поденки (65,2%). Довольно многочисленными были малощетинковые черви, но при высокой численности (9,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>) их биомасса характеризовалась очень низкой величиной (1,0 г/м<sup>2</sup>).

На втором обследованном участке реки состав организмов отличался меньшим разнообразием, очень низкой численностью и биомассой по сравнению с вышерасположенным участком (табл. 2). Здесь обитали в основном комары-звонцы, поденки и болотницы. Группа насекомых ЕРТ состояла только из двух видов поденок — *Cinygmula* sp., *B. fuscatus*.

Гидрохимические исследования, проведенные на ст. 5, показали превышение ПДК по некоторым химическим элементам — минеральному фосфору (в 1,4 раза), аммонии (в 1,35 раз) и железу (в 2,5 раза). Высокими показателями характеризовалась биохимическая окисляемость (табл. 3). Вероятно, это обусловлено влиянием сбросов хозяйственно-бытовых сточных вод.

Обследование ихтиоценоза в 2011 г. показало отсутствие молоди тихоокеанских лососей в среднем течении реки. В верхней зоне среднего течения реки (ст. 4) единично встречались гольцы *S. malma* (длиной 5,0–10,0 см) и миноги *Lethenteron camtschaticus* (длиной 5–7 см), в нижней зоне (ст. 5) — только гольцы *S. malma*, размеры которых были такими же, как и в расположенных выше участках. Вместе с тем, в 2008 г. в этой же зоне среднего течения реки встречалась молодь кижуча, а по данным А.Г. Остроумова в р. Красную ещё во второй половине 20-го века на нерест заходили три вида тихоокеанских лососей (горбуша, кета и кижуч). Нерест происходил в нижнем и среднем течении, нерестовые площадки располагались довольно редко и на каждой из них размещалось по 2–10 штук лососей.

В настоящее время экологическое состояние р. Красная можно условно оценить как хорошее. Отсутствие тихоокеанских лососей обусловлено многолетним интенсивным массовым браконьерством и нарушением миграционных путей дорожными сооружениями (кульвертами).

### Река Колокольникова

Берега обследованного участка реки пологие, обросшие ивой, шиповником и разнотравьем. Бытового мусора на берегах и в русле нет. Органолептические свойства соответствуют чистым водам — она прозрачная и без запаха. Выше кульверта ширина реки около 7 м, глубина более метра, скорость течения 0,3 м/с. Температура воды 12 июля составляла 9,3 °С, рН — 7,8. Грунт донных отложений заиленный — образован мягким и легким илом, песком. Ниже кульверта ширина русла около 10 м, глубина 0,5–0,7 м, скорость течения 0,6 м/с. Грунт около берега состоит из ила и песка, на стрежне — камни разных размеров с песчаным заполнителем. Бентос взят на границе ила и камней.

В донных биотопах на обследованных участках русла реки обитали преимущественно амфиботические насекомые; выше кульверта (ст. 6) их доля составляла 98,7% по численности и 97,6% по биомассе, ниже кульверта (ст. 7), соответственно, 95,5 и 93,0%. Значение отдельных групп насекомых в формировании структуры сообществ зообентоса было неодинаковым (табл. 2).

На участке реки выше кульверта исключительное значение принадлежало многочисленным комарам-звонцам (97,0%), относительная биомасса которых также была высокой (86,9%). Среди прочих насекомых можно выделить немногочисленных поденок, которые образовывали довольно высокую биомассу (9,7%). Из трех обнаруженных видов — *Cinygmula* sp., *B. fuscatus*, *E. Aurivilli* — последние отличались крупными размерами, и именно они образовывали наибольшую биомассу (85,5% от всех обнаруженных поденок).

На участке реки ниже кульверта структура донных сообществ весьма существенно отличалась. Самыми многочисленными представителями донной фауны по-прежнему оставались комары-звонцы (90,6%), но их доля в общей биомассе была значительно ниже и составляла 38,3%, тогда как немногочисленные (1,7%) поденки, популяция которых состояла из четырех видов (*Caenis revolorum*, *C. putoranica*, *B. fuscatus*, *E. aurivilli*), составляли 48,3%.

Общая численность и биомасса всех донных беспозвоночных изменялась, соответственно, в

пределах 26,6–38,8 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 4,2–6,0 г/м<sup>2</sup>. Характерная особенность для исследованных участков реки — высокая численность гидробионтов и низкая биомасса. Таким образом, в верхнем участке наибольшую биомассу образовывали крупные и многочисленные комары-звонцы последне-

го личиночного (IV) возраста, тогда как в нижнем участке реки популяция комаров-звонцов отличалась более мелкими размерами. Поэтому на ст. 6 большая биомасса соответствовала меньшей численности, на ст. 7, наоборот, большая численность соответствовала меньшей биомассе. Комплекс

Таблица 2. Состав, структура и обилие макрозообентоса в водотоках р. Авача в 2011 г.

Таксон	Река Красная		Река Колокольникова		Ручей без названия (правобережный приток р. 1-я Мутная)
	ст. 4	ст. 5	ст. 6	ст. 7	ст. 8
	10 июня		12 июля		21 июля
	Численность, ‰				
Planaria	0,0	0,0	0,1	0,0	2,2
Mermitida	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Nematoda	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Oligochaeta	39,0	4,1	0,8	2,3	31,5
Hirudinea	0,0	0,0	0,0	0,0	+
Ostracoda	0,1	1,4	0,3	0,4	0,1
<i>Chydorus shaericus</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>Crangonyx</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
Hydracarina	0,1	0,0	0,0	1,6	1,0
Chironomidae l.	21,3	56,8	91,1	79,9	29,5
Chironomidae p.	2,2	13,0	5,9	10,7	0,1
Limoniidae l.	1,4	6,2	0,3	0,4	0,1
Tipulidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Simuliidae l.	10,1	0,0	0,1	0,3	0,1
Simuliidae p.	0,9	0,0	0,0	0,0	0,2
Empedidae l.	0,4	0,0	0,4	0,0	1,1
Ceratopogonidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	+
Ephemeroptera l.	23,1	18,5	1,1	1,7	30,2
Plecoptera l.	0,9	0,0	0,0	2,5	2,5
Trichoptera p.	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	23,1	1,2	26,6	38,8	24,7
	Биомасса, ‰				
Planaria	0,0	0,0	1,7	0,0	5,2
Mermitida	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0
Nematoda	0,0	0,0	+	0,0	+
Oligochaeta	4,6	4,4	0,8	2,4	14,0
Hirudinea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Ostracoda	+	+	+	+	+
<i>Chydorus shaericus</i>	0,0	0,0	0,0	+	0,0
<i>Crangonyx</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Hydracarina	+	0,0	0,0	0,7	0,1
Chironomidae l.	5,9	31,0	81,9	33,0	2,7
Chironomidae p.	0,6	10,8	5,0	5,3	0,2
Limoniidae l.	4,3	11,4	+	4,6	0,2
Tipulidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8
Simuliidae l.	6,9	0,0	0,4	0,1	0,1
Simuliidae p.	1,6	0,0	0,0	0,0	1,1
Empedidae l.	0,6	0,0	2,2	0,0	0,2
Ceratopogonidae l.	0,0	0,0	0,0	0,0	+
Ephemeroptera l.	65,2	42,4	9,7	48,3	55,5
Plecoptera l.	3,7	0,0	0,0	4,0	2,9
Trichoptera l.	6,6	0,0	0,0	0,0	7,1
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	21,0	0,2	6,0	4,2	20,5

Примечание: как в таблице 1

насекомых ЕРТ состоял из первых двух таксонов — поденок и веснянок, ручейники отсутствовали.

Гидрохимические исследования на данном участке реки показали, что присутствие химических веществ в воде соответствует норме (табл. 3).

При ихтиологических исследованиях рыба не обнаружена.

Экологическое состояние реки в нижнем течении по составу зообентосных сообществ оценивается как хорошее, по гидрохимическим показателям соответствует чистым водам. Вместе с тем характер донных отложений и некоторое снижение биомассы бентоса указывают на значительное заиление реки и ухудшение условий развития кормовой базы для молоди лососей. Отсутствие лососей обусловлено интенсивным браконьерством и нарушением миграционных путей кульвертом автодороги «пос. Раздольный – пос. Пиначево».

### Ручей без названия

(правобережный приток р. 1-я Мутная)

Берега невысокие, поросшие в основном ивой и вейником. Ширина русла около 3–4 м, глубина 0,5–1,0 м, скорость течения 0,5–0,6 м/с. Вода прозрачная, чистая, без запаха. Грунт донных отложений состоит из обломков вулканических пород и перемытых лахаровых потоков с песчаным заполнителем. На правом берегу ручья ниже кульверта обнаружена большая свалка бытового мусора (с СОТов), а также рассредоточенное захламление охранной зоны газопровода.

Состав зообентоса в ручье представлен в таблице 2. Самыми массовыми обитателями бентали являлись насекомые. Их доля от общей численности составляла 64,0%, от общей биомассы — 80,5%. Основными структурообразующими единицами среди них были личинки группы ЕРТ, представленные двумя видами поденок (*C. putoranica*, *B. fuscatus*) и по одному виду — веснянок (*Suwallia* sp.) и ручейников (*Onocosmoecus flavus*). Относительная численность этих насекомых от всех обнаруженных донных беспозвоночных составила 32,8%, а биомасса — 65,5%. Исключительное значение имели поденки *B. fuscatus*, так как на их долю приходилось 29,5% по численности и 52,2% по биомассе.

Высокую долю от общей численности образовывали комары-звонцы (29,6%), но при этом относительная биомасса их была небольшой (2,9%). Популяция комаров состояла из личинок и куколок, но наиболее массовыми ее представителями были молодые личинки I и II возраста, и поэтому комары-звонцы образовывали столь низкую биомассу.

Таблица 3. Гидрохимическая характеристика некоторых водотоков бассейна р. Авана 12 июля 2011 г.

Река	Т, °С	рН	Окисляемость, мг/л		Ингредиенты, мг/л															
			Мг/л	%	фосфаты (минеральный фосфор)			аммоний ион (в пересчете на азот)			нитриты (в пересчете на азот)			нитраты (в пересчете на азот)			железо			
					PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> и PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NH <sub>4</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NO <sub>2</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NO <sub>3</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	Fe	ПДК р/х	кратность превышения	
Красная, среднее течение (нижняя зона, ст. 5)	11,3	7,5	11,3	99,0	7,8	0,07	0,05	1,4	0,54	0,4	1,35	0,006	0,02	<1	0,21	9	<1	0,25	0,1	2,5
Колокольникова, выше кульверта (ст. 6)	9,2	7,7	-	-	2,9	0,05	0,05	<1	0,07	0,4	<1	0,002	0,02	<1	0,15	9	<1	0,09	0,1	<1
Колокольникова, ниже кульверта (ст. 7)	9,3	7,8	11,6	100,0	8,0	0,04	0,05	<1	0,09	0,4	<1	0,001	0,02	<1	0,15	9	<1	0,08	0,1	<1

Другими представителями комаров были долгоножки (*Tipula (Arctotipula) salisetorum*). Их численность в водотоках обычно невысокая, но из-за крупных размеров они довольно часто образуют высокую биомассу. В данном водотоке масса одной личинки в среднем составляла 132,5 мг, и от общей биомассы всех обнаруженных бентосных беспозвоночных они образовывали долю, равную 10,8%, а численность — 0,1%.

Значительное место в формировании структуры донных сообществ принадлежало малощетинковым червям: их абсолютная численность достигала 7,8 тыс. м<sup>2</sup>, а биомасса — 2,9 г/м<sup>2</sup>. Среди червей присутствие трубочников (*Tubifex tubifex*), обитание которых происходит в сильно загрязненных водах, не отмечено.

Количество и биомасса всех представителей зообентоса, соответственно, равнялись 24,7 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 20,5 г/м<sup>2</sup>.

Ихтиоценоз в конце июня 2011 г. выше кульверта состоял из сеголетков гольцов *S. malma*, длина которых не превышала 3 см. Плотность их в ручье была невысокой — 0,5–3,0 экз./м<sup>2</sup>.

Экологическое состояние руч. б/н по составу зообентоса соответствует хорошему. Вместе с тем, в ручье отсутствуют тихоокеанские лососи, что является результатом интенсивного и многолетнего браконьерства, а также нарушением миграционных путей с 2006 г. кульвертом притрассового проезда магистрального газопровода «УКПГ-2 Нижне-Квакчикского ГКМ — АГРС гор. Петропавловск-Камчатский».

### Ручей Канонерский

Обследование водотока проведено в мае–октябре 2011 г. в нижнем течении на трех станциях. Станция 9 и 10 расположены примерно в 1600 и в 450 м от устья, ст. 11 — в устье. Русло ручья на первых двух станциях имеет следующие размеры: ширина — 2,5–3 м, глубина — 0,3–1,0 м, скорость течения — 0,1–0,4 м/с. Органолептические свойства воды этих участков очень сильно различались: они ухудшались вниз по течению — от чистых вверх (ст. 9) (вода прозрачная, без запаха и бесцветная) до чрезвычайно загрязненных внизу (ст. 10) (вода мутная, непрозрачная, черно-серого цвета с резким канализационным запахом). Грунт также имел разный состав: в ненарушенных местах он образован камнями разных размеров с песчаным заполнителем, в загрязненных — камни покрыты толстым слоем черного ила, и при шевелении грунта выделяются пузырьки газа с резким запахом сероводорода. Берега — от

пологих до обрывистых — поросшие ивой и разнотравьем. Русло ручья в верхнем участке не захлавлено бытовым мусором, прилегающие территории также не замусорены. Ниже по течению русло ручья загрязнено и захлавлено бытовым мусором разного размера (от полиэтиленовых бутылок до крупногабаритных отходов), а вокруг ручья расположены многочисленные свалки. В устье руч. Канонерский ширина русла около 6 м, глубина до 1,5 м, скорость течения 0,2 м/с. Вода непрозрачная, черно-серого цвета, с канализационным запахом. Грунт состоял из толстого слоя черного, маслянистого ила. При взятии пробы бентоса выделялись пузырьки газа с запахом сероводорода. На поверхности воды — хлопья пены и пузырьки газа. Местность равнинная, берега пологие, поросшие ивой, ольхой и разнотравьем. Жилых построек нет. Прилежащая к ручью территория используется для выпаса домашнего скота.

На самом верхнем участке нижнего течения ручья (ст. 9) расположены два минипредприятия по переработке рыбы: первый завод — на левом берегу, второй — примерно в 50 м ниже, на правом берегу. При переработке рыбы отходы в виде внутренностей сбрасывались в ручей: от первого предприятия они поступали с сентября 2011 г., от второго — с мая 2011 г. и, возможно, ранее. Поэтому состояние ручья при первых посещениях (выбросы с первого завода не поступали) отличалось от нижерасположенных ст. 10, 11 (всегда очень грязных и чрезвычайно грязных) чистотой русла, ландшафта и органолептическими свойствами воды, соответствующим чистым. Резкие изменения произошли, когда первый завод стал сбрасывать отходы производства в ручей — все дно покрывал толстый слой рыбных внутренностей, вода приобрела неприятные запахи и мутность, а на прилегающих территориях были вырублены ивы.

Состав обитателей бентали представлен в таблице 4.

Станция 9. Донная фауна до поступления с первого завода загрязнений в июне состояла в основном из амфибиотических насекомых, исключительное значение принадлежало комарам-звонцам (99,1% по численности, 95,3% по биомассе). Среди других насекомых в единичных экземплярах встречались болотницы (*Dicronota (D.) bimaculata*) и ранняя молодь новых генераций мошек и веснянок, доля которых в сумме составляла 0,2% от общей численности и 0,3% от общей биомассы. Малочисленными были также и другие представители зообентоса, в частности малощетинковые



черви при численности 209 экз./м<sup>2</sup> образовывали биомассу, равную 0,208 г/м<sup>2</sup>, а доля их составляла соответственно 0,4 и 4,4%. Общая численность всех представителей зообентоса достигала 48,8 тыс. экз./м<sup>2</sup>, а биомасса — 4,7 г/м<sup>2</sup>. По органолептическим свойствам вода была относительно чистой, прозрачной и не имела запаха.

Влияние такого антропогенного фактора как загрязнение может изменить структуру донных сообществ и это, как правило, проявляется на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях. При этом обычно трофическая структура бентоса упрощается, сообщества заменяются более простыми, но играющими большую роль в самоочищении водного объекта, уменьшается доля животных с фильтрационным типом питания и увеличивается доля детритофагов-глотателей, изменяется влияние хищных животных (Алимов, Финогенова, 1976; Шуйский, 1987). Это наглядно проявилось после попадания рыбных отходов в русло руч. Канонерский — изменились органолептические свойства воды и все характеристики донных сообществ. В октябре вода приобрела мутность и запах гниющей органики. Существенные изменения произошли и в составе гидробионтов — он уменьшился до четырех групп вместо семи,

и, кроме того, появились личинки двукрылых — бабочницы, относящиеся к группе комаров (*Psychodidae*), представленные только одним видом, *Tinearia alternata*. Личинки этих насекомых живут в гниющей органике по краям водных объектов. Практически исчезли доминирующие ранее комары-звонцы, а оставшиеся представители этого семейства были немногочисленными, и выжили в таких условиях только *Chironomus gr. plumosus*, которые живут в иле, в том числе в сильно загрязненных участках, с низким содержанием кислорода в воде. В их гемолимфе растворен дыхательный пигмент гемоглобин — приспособление к жизни в условиях сильного недостатка кислорода. На фоне редко встречающихся насекомых резко возросли, по сравнению с июнем, численность и биомасса малощетинковых червей — численность увеличилась более чем в 126 раз, а биомасса — в 356 раз. Соответственно изменилось значение гидробионтов в формировании структуры донных сообществ: доля малощетинковых червей по численности увеличилась до 96,2, по биомассе — до 99,5%. При столь значительных структурных перестройках отмечено снижение общей численности гидробионтов почти вдвое, но при этом — увеличение общей биомассы в 16 раз. Это связано с

Таблица 4. Состав, структура и обилие макрозообентоса в руч. Канонерский в 2011 г.

Таксон	Ст. 9		Ст. 10		Ст. 11
	21 июня	10 октября	12 июля	26 сентября	10 октября
	Численность, %				
Nematoda	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	0,4	96,2	0,0	0,0	0,0
Ostracoda	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomidae l.	98,2	1,4	0,0	0,0	0,0
Chironomidae p.	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Limoniidae l.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Simuliidae l.	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Psychodidae l.	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0
Syrphidae l.	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
Plecoptera l.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	48,8	27,4	0,0	0,8	0,0
	Биомасса, %				
Nematoda	+	+	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	4,4	99,5	0,0	0,0	0,0
Ostracoda	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomidae l.	84,6	0,2	0,0	0,0	0,0
Chironomidae p.	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Limoniidae l.	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Simuliidae l.	+	0,0	0,0	0,0	0,0
Psychodidae l.	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Syrphidae l.	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
Plecoptera l.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	4,7	74,9	0,0	+	0,0

Примечание: как в таблице 1

замещением мелких многочисленных личинок комаров-звонцов крупными малощетинковыми червями, популяция которых состояла в основном из представителей сем. Lumbricidae.

Станция 10. Приустьевой участок русла руч. Канонерского протяженностью 450 м от устья захламлен различными твердыми бытовыми отходами в меньшей (май–июнь) или в большей (июль–октябрь) степени. Органолептические свойства воды заметно изменялись в период исследований с мая по октябрь 2011 г. Так, в мае 2011 г. от водотока на данном участке исходил тошнотворно-резкий запах гниющей органики. Вода представляла собой прокисший рыбный бульон желтовато-серого цвета. На поверхности расплывались пятна жира, а берега были покрыты окислившимся рыбьим жиром. Визуально на поверхности воды наблюдалась девятиглая колюшка, которая хватала ртом воздух, движения ее были замедленными. В июне в период половодья отмечено резкое поднятие уровня воды на 70–100 см, что обусловлено подпором уровня воды из р. Авача. Специфический запах по-прежнему присутствовал. Цвет воды изменился, и он приобрел черно-серый оттенок. Вода была мутной, на поверхности по-прежнему расплывался жир. Визуально присутствие рыб не отмечено. В июле органолептические свойства воды не изменились, по-прежнему она была черно-серого цвета, присутствовал все тот же резкий тошнотворный запах. Уровень воды понизился, и обнажившиеся участки грунта были покрыты толстым слоем черного ила. Обитатели бентали отсутствовали. В сентябре органолептические свойства воды оставались такими же, как и в предыдущие месяцы. При просмотре грунта были обнаружены в большом количестве очень крупные погибшие малощетинковые черви (из сем. Lumbricidae) и единично живые экземпляры личинок мух семейства Syrphidae, возможно пчеловидки обыкновенной *Eristalis tenax* (табл. 4). Для этих личинок, называемых «крысками», характерно наличие очень длинной дыхательной трубки, часто превосходящей в несколько раз длину тела самой личинки. Они являются сапрофагами, и обитание их происходит только в богатых органикой средах.

Экологическое состояние водотока в приустьевом участке по гидробиологическим и гидрохимическим характеристикам соответствует категории «очень тяжелое», относящееся к полисапробной зоне. В результате загрязнения водной среды произошла полная гибель всех без исключения групп донных беспозвоночных (включая стойких к загрязнению малощетинковых червей и личинок

мух-крысок).

Станция 11. В устье руч. Канонерский также ощущался резкий запах гниющей органики, канализации и фекалий. Вода была мутной, черного цвета, на поверхности плавали хлопья пены и появлялись пузырьки газа с запахом сероводорода. Грунт состоял из толстого слоя легкой мелкой взвеси и ила того же черного оттенка. При просмотре грунта бентосные организмы не обнаружены (табл. 4), присутствие рыб также не отмечено.

Гидрохимические анализы воды по основным компонентам (фосфор, аммоний, железо) показали превышение над утвержденными нормативами ПДК, установленными для рыбохозяйственных водных объектов. Отмечалась также высокая биохимическая окисляемость и крайне низкая концентрация кислорода в воде — 0,9–3 мг/л, или 8–24% от насыщения (табл. 5).

Тяжелое загрязнение нижнего течения руч. Канонерский, эвтрофикация и дефицит кислорода привели к замору и полному исчезновению не только ихтиоценоза, но и зообентоса.

Под влиянием совокупности действий других факторов (нарушение путей миграций в среднем течении, отведение естественного русла в агро-мелиоративную систему в верхнем течении), руч. Канонерский как нагульно-нерестовый для тихоокеанских лососей и гольцов существенно деградировал и утратил своё былое рыбохозяйственное значение. Кроме того, сточные воды из руч. Канонерский поступают в основное русло р. Авача, следовательно, также оказывают негативное воздействие на её водную биоту и способствуют ухудшению экологического состояния основного русла р. Авача.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Река Авача на юго-востоке Камчатки является крупнейшим центром нереста и воспроизводства тихоокеанских лососей (горбуши, кеты, нерки, чавычи, кижуча) и гольцов разных форм (жилые, проходные), но под влиянием антропогенных факторов теряет своё былое высокое рыбохозяйственное значение. Промышленный лов лососей в бассейне р. Авача в последние годы не ведется, имеют место только спортивное рыболовство и отлов производителей для нужд КМНС и ЛРЗ. Изменение рыбохозяйственного статуса бассейна р. Авача в сторону его уменьшения сопровождается дальнейшим снижением её рыбопродуктивности (в настоящее время в 42 раза ниже исторической). Основными причинами снижения рыбопродуктивности являются массовое браконьерство, ухудшение эко-

Таблица 5. Результаты мониторинга по гидрохимическим показателям загрязнения водной среды руч. Канонерский в 2011 г.

Дата	Место отбора проб в руч. Канонерский	Т, °С	pH	O <sub>2</sub>		Окисляемость, мг/л	Ингредиенты, мг/л														
				Мг/л	%		фосфаты (минеральный фосфор)			аммоний ион (в пересчете на азот)			нитриды (в пересчете на азот)			нитраты (в пересчете на азот)			железо		
							PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> и PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NH <sub>4</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NO <sub>2</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	N-NO <sub>3</sub>	ПДК р/х	кратность превышения	Fe	ПДК р/х	кратность превышения
21.06.11	Ниже заводов, у моста, 450 м от устья (N53°09'58,13" E158°23'42,46")	8,5	7,2	-	-	-	0,386	0,05	7,7	8,518	0,4	21,3	0,004	0,02	<1	0,022	9	<1	1,276	0,1	12,8
12.07.11	Между заводами, 1600 м от устья (N53°10'08,59" E158°24'24,39")	12,6	7,3	9,1	84	3,7	0,052	0,05	1,0	0,421	0,4	1,1	0,002	0,02	<1	0,174	9	<1	0,258	0,1	2,58
12.07.11	Ниже заводов, у моста, 450 м от устья (N53°09'58,13" E158°23'42,46")	12,3	7,0	0,9	8	7,3	0,218	0,05	4,4	3,853	0,4	9,6	0,007	0,02	<1	0,053	9	<1	0,568	0,1	5,68
26.09.11	Ниже заводов, у моста, 450 м от устья (N53°09'58,13" E158°23'42,46")	8,8	8,1	-	-	11,2	0,927	0,05	18,5	9,288	0,4	23,2	0,013	0,02	<1	0,014	9	<1	0,782	0,1	7,82
10.10.11	Устье, 10 м от впадения в р. Авача (N53°09'51,60" E158°23'28,79")	6,3	7,2	2,6	21	22,7	0,845	0,05	16,9	6,473	0,4	16,2	0,02	0,02	1	0,014	9	<1	0,715	0,1	7,15
10.10.11	Между заводами, 1600 м от устья (N53°10'08,59" E158°24'24,39")	5,2	7,6	11,0	83	13	0,036	0,05	<1	0,304	0,4	<1	0,004	0,02	<1	0,053	9	<1	0,373	0,1	3,73
10.10.11	Ниже заводов, у моста, 450 м от устья (N53°09'58,13" E158°23'42,46")	5,7	7,3	3,0	24	26,8	0,908	0,05	18,2	10,21	0,4	25,5	0,03	0,02	1,5	0,029	9	<1	0,566	0,1	5,66

логического состояния, нарушение путей миграций рыб, а также рост деградации нерестового фонда лососей в некоторых её малых и средних притоках. Вследствие этого водотоки с ранее благоприятными условиями для нереста утрачивают свое нерестовое значение для тихоокеанских лососей, снижается нерестовая, нагульная и кормовая емкость среды обитания лососей, что, в свою очередь, может существенно ограничить возможности восстановления численности популяций лососей в будущем до исходных величин.

В обследованных водотоках бассейна р. Авача — реках Половинка, Красная, Колокольникова, притоке р. 1-я Мутная (руч. б/н) и руч. Канонерский, подверженных антропогенному воздействию, нерест и нагул тихоокеанских лососей в последние годы не отмечается.

Реки Половинка, Красная, Колокольникова, приток р. 1-я Мутная (руч. б/н) практически полностью утратили своё значение в воспроизводстве лососевых запасов р. Авача, но при этом в них сохраняется хорошая кормовая база для рыб. Деградация этих водотоков как нерестово-выростных для тихоокеанских лососей произошла в связи с нарушением миграционных путей (интенсивные проезды автотранспорта, бетонные сооружения в русле, высокая скорость течения и низкий уровень воды в кульвертах), массовым и многолетним браконьерством.

Ручей Канонерский в нижнем течении полностью деградировал — в нем произошла гибель всех без исключения групп донных беспозвоночных (включая стойких к загрязнению малощетинковых червей и личинок мух-крысок) и рыб. Изменения экологического статуса произошли вследствие сброса в ручей отходов двух заводов по переработке рыбы. Экологическое состояние водотока в приустьевом участке по гидробиологическим и гидрохимическим характеристикам соответствует категории «очень тяжелое, относящееся к полисапробной зоне». Под влиянием совокупности действий других факторов (нарушение путей миграций в среднем течении, отведение естественного русла в агромелиоративную систему в верхнем течении), руч. Канонерский как нагульно-нерестовый для тихоокеанских лососей и гольцов водоток полностью утратил своё значение в воспроизводстве лососевых запасов р. Авача. Кроме того, сточные воды из руч. Канонерский поступают в основное русло р. Авача, оказывая отрицательное воздействие на её водную биоту, способствуют ухудшению экологического состояния основного русла р. Авача.

Таким образом, основной причиной углубляющейся депрессии запасов и даже полного исчезновения отдельных микропопуляций лососей в бассейне р. Авача является деградация нерестового фонда из-за различных техногенных нагрузок на окружающую среду и прогрессирующая интенсивность промысла лососей из-за практически несдерживаемого браконьерства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Алимов А.Ф., Финогенова Н.П.* 1976. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов. Л.: ЗИН. Гидробиологические основы самоочищения вод. С. 5–14.

*Введенская Т.Л.* 2011. Рыбохозяйственное значение водотоков г. Петропавловска-Камчатского // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. № 23. С. 88–101.

*Введенская Т.Л., Коваль О.О., Логачев А.Р., Улатов А.В.* 2012. Оценка воздействия хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и эколого-рыбохозяйственные исследования // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 23. С. 88–101.

*Леванидов В.Я.* 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова / В кн.: Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Тр. БПИ ДВНЦ РАН СССР. Т. 36 (139). С. 104–122.

*Леман В.Н., Лошкарева А.А.* 2009. Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. М.: Тов. науч. изданий КМК, 192 с.

Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России. 2003. М.: ВНИРО, 95 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. 1966. Под ред. В.Ч. Здановича. Л.: Гидрометеиздат. Т. 20. Камчатка, 258 с.

Руководство по химическому анализу вод суши. 1973. Под ред. О.А. Алекина. Л.: Гидрометеиздат, 286 с.

- Семенченко В.П., Разлуцкий В.И.* 2011. Экологическое качество поверхностных вод. Минск: Белорусская наука, 329 с.
- Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство. 1991. Под ред. В.В. Сапожникова. М.: Агропромиздат, 224 с.
- Шуйский В.Ф.* 1987. Динамика биомассы макрозообентоса и макрозооперифитона литорали удобряемого мезотрофного озера в условиях интенсивного воздействия на сообщества прессы рыб-бентофагов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 264. С. 57–66.
- Goodnight C.J. and Whitley L.* 1961. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf. Purdue Univ. Ext. Ser. 106. P. 139–142.
- Hawmiller R.P., Beeton A.M.* 1971. Biological evaluation of environmental quality, Green Bay, Lake Michigan // J. Water Pollut. Control Fed. V. 43. № 1. P. 123–133.
- Washington H.G.* 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems // Water Res. V. 18. № 6. P. 653–694.
- Woodiwiss F.S.* 1978. Comparative study of biological-ecological water quality assessment methods // Summary Report. Commission of the European Communities - Severn Trend Water Authority. UK, 45 p.