

**РЕАКЦИЯ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ РЕКИ ЧУЛЬМАН  
НА ХРОНИЧЕСКОЕ АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ  
(ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)**

**Т.М. Тиунова<sup>1</sup>, В.А. Тесленко<sup>1</sup>, М.А. Макаrenchенко<sup>1</sup>, И.В. Резник<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку, 159,  
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru*

<sup>2</sup>*ОАО ХК «Якутуголь», пр. Ленина, 3/1, Нерюнгри, 678960, Республика Саха  
(Якутия), Россия. E-mail: inn-r@mail.ru*

По структурным характеристикам сообществ бентоса среднего и нижнего течения р. Чульман (Южная Якутия) проведена оценка влияния хронического антропогенного загрязнения техногенными стоками угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности. Показано, что в районе хронического антропогенного воздействия на фоне общего снижения численности и биомассы значительных изменений в структуре группового состава зообентоса не выявлено. По составу видов и их доминированию бентос фонового участка и участка реки в районе зоны загрязнения представлен единым сообществом, характерным для зоны ритрала. Реакция этого сообщества на антропогенное воздействие сглаживалась особенностями гидрологического режима реки (стремительные паводки, подток грунтовых вод, высокая скорость течения), способствующими улучшению качества воды. Вместе с тем, хроническое антропогенное воздействие, проявлялось в изменении видового состава и снижении количественных характеристик у ряда второстепенных видов, что было, по-видимому, связано с поступлением в водоток тяжелых металлов, угнетающих кормовую базу этих беспозвоночных. В сообществе происходила замена одних видов другими, обладающими широкой экологической пластичностью и/или предпочитающими иловые отложения.

**BENTHIC COMMUNITY RESPONSES TO CHRONIC  
ANTHROPOGENIC IMPACT IN CHULMAN RIVER  
(THE SOUTHERN YAKUTIYA)**

**T.M. Tiunova<sup>1</sup>, V.A. Teslenko<sup>1</sup>, M.A. Makarchenko<sup>1</sup>, I.V. Reznik<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Biology & Soil Science, FEB RAS, 100 letiya Vladivostoku Avenue,  
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: tiunova@ibss.dvo.ru*

<sup>2</sup>*ОАО ХК «Yakutugol», 3/1 Avenue Lenina, Nerungri, 678960,  
Republic Sakha (Yakutiya), Russia. E-mail: inn-r@mail.ru*

The estimation of the chronic anthropogenic influence by the technical waste of the coal industry was carried out on the benthic structure characteristics in the middle and downstream of Chulman River (the Southern Yakutiya). It is shown that in area of chronic anthropogenic influences against the common decrease in the benthic density and biomass the considerable changes

in the group structure of the benthos were not revealed. According to species composition and their domination the benthos was represented by uniform community, typical for rhithral as well as clean section and polluted section of the river. Responses of this community to chronicle anthropogenic influence were clouded by the river hydrological regime features (floods, underground waters in permafrost area, current flow), promoted to the water quality improvement. Moreover chronicle anthropogenic influence was revealed in changes of species composition and decreasing of quantity characteristics in a number of secondary species that probable were connected with heavy metals oppressed food reserve of these invertebrates. In community there was a changing of one species by others, possessing wide ecological plasticity and-or preferring silt sedimentation.

Река Чульман – левый приток р. Тимптон (басс. р. Алдан), берет начало на северных склонах Станового хребта и течет по Алданскому нагорью, принимая 15 водотоков длиной более 10 км. Общая протяженность реки 166 км, площадь бассейна 4020 км<sup>2</sup> (Глушанов, Осадчий, 1990). Река расположена в зоне развития вечномерзлых грунтов с отдельными таликовыми «окнами», имеет горный характер, каменистое русло, с многочисленными порогами и перекатами. От слияния рек Малый и Правый Чульман до р. Беркакит река протекает среди пологих лесистых гор (абс. выс. 792 м), где ширина русла не превышает 50 м. Далее до самого устья ширина русла варьирует в пределах 50–200 м. Берега периодически скалистые, обрывистые, местами к воде спускаются каменные осыпи. Питание смешанное и происходит за счет весеннего снеготаяния, летне-осенних дождей (совмещенных с интенсивным таянием многолетнемерзлых пород) и в меньшей степени за счет грунтовых вод. Зимой р. Чульман частично промерзает до дна, а летом сильно мелеет. Ледостав длится около 8 месяцев, вскрывается река в первой половине мая, замерзает – в середине октября. Уровень и расход воды в летний период весьма изменчивы. В соответствии с условиями питания и особенностями водного режима р. Чульман относится к восточносибирскому типу рек с высоким весенним и частыми летними дождевыми паводками, при которых уровень воды в реке в течение нескольких суток может подниматься и опускаться более чем на три метра.

На р. Чульман расположены два населенных пункта. На правом берегу в 70 км от устья находится г. Нерюнгри – крупный административный, промышленный и культурный центр муниципального образования Нерюнгринский район, входящего в состав Республики Саха (Якутия). В районе г. Нерюнгри большое влияние на реку оказывает добыча и обогащение угольной продукции. В 29 км от устья реки расположен пос. Чульман, образовавшийся в 30-годы XX столетия в связи со строительством Амуро-Якутской автомагистрали. Источниками загрязнения водотоков, находящихся в пределах угледобывающих предприятий являются стоки, включающие карьерные, дренажные, ливневые, хозяйственно-бытовые и производственные воды. Породные отвалы и угольные склады служат основными источниками поступления в поверхностный сток взвешенных веществ, минеральных солей и солей тяжелых металлов. Наибольшая концентрация твердых загрязняющих веществ присутствует в талом стоке, а растворенных солей – в дождевом. С территории механических мастерских поверхностный сток загрязнен взвешенными веществами и нефтепродуктами.

Основными источниками питания р. Чульман, как указывалось выше, являются атмосферные осадки, следовательно, их химический состав оказывает суще-

ственное воздействие на качество воды в реке. Исследования снежного покрова, пылевой и геохимической составляющей показали сложную картину распределения техногенной нагрузки в районе Нерюнгринского угольного разреза. Жидкая фаза снежных проб имела кислую среду (рН 5,9), на участках, подвергающихся усиленному загрязнению угольной пылью, прослеживалась тенденция увеличения концентрации цинка, свинца, меди, железа и марганца (Иванов и др., 2005). В юго-восточном направлении от карьера загрязнение атмосферными выбросами (с учетом суммарных выбросов г. Нерюнгри, Нерюнгринской ГРЭС, Амуро-Якутской магистрали и железной дороги) занимало площадь 550–750 км<sup>2</sup>.

Загрязнение р. Чульман происходит также с поступлением вод правого притока р. Беркакит. По данным Н.П. Шишкиной (2003) в р. Беркакит содержание кислорода в 2001–2002 гг. находилось на нижнем пределе ПДК, концентрации общего железа и аммонийного азота превышали ПДК для рыбохозяйственных водотоков, а содержание стронция превышало показатели регионального фона в 3 раза.

Таким образом, в среднем и нижнем течении р. Чульман происходит интенсивное загрязнение водотока. Основными загрязнителями являются взвешенные вещества, минеральные соли, тяжелые металлы, нефтепродукты и органические вещества.

Цель настоящей работы состояла в выявлении количественных и качественных изменений в сообществах донных беспозвоночных, подверженных длительному антропогенному воздействию.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отбор проб бентоса проводился 25–26 июля 2006 г. на трех станциях р. Чульман. Первая станция – выше г. Нерюнгри соответствовала фоновому участку, характеризующему исходное состояние сообществ зообентоса. Вторая – район г. Нерюнгри представляла собственно загрязненный участок реки, и третья – район пос. Чульман, расположена ниже основной зоны загрязнения.

Количественный учет донных беспозвоночных осуществлялся бентометром конструкции В.Я. Леванидова с площадью захвата 0,0625 м<sup>2</sup> (Тиунова, 2003). Собранный материал фиксировался 4%-ным раствором формальдегида и обрабатывался по общепринятой методике.

При определении структуры сообщества использовалась классификация А.М. Чельцова-Бebutова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой доминанты от общей численности составляли 15% и более, субдоминанты – 5,0–14,9, второстепенные виды – 0,1–4,9%, третьестепенные – менее 0,1%. Анализ видовой структуры сообществ проведен без учета др. двукрылых и мошек, поскольку эти группы не определены до вида.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Загрязнение р. Чульман в пространственном масштабе можно охарактеризовать как местное, во временном как хроническое (Патин, 2001). На фоновой станции р. Чульман выше г. Нерюнгри в июле 2006 г. биомасса бентоса составляла 5,91 г/м<sup>2</sup>, при численности 11 728 экз./м<sup>2</sup> (табл. 1). По численности и биомассе доминировали хирономиды (58,6% и 24,6%) и поденки (26,3% и 23,9%). Эту же

Таблица 1

## Динамика численности и биомассы в сообществах бентоса р. Чульман, июль 2006 г

Группа	Выше г. Нерюнгри		Район г. Нерюнгри		Пос. Чульман	
	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %	N/B	N/B, %
Поденки	3088/1,41	26,3/23,9	1580/1,44	25,5/24,2	3920/3,69	37,3/29,5
Веснянки	288/0,80	2,5/13,5	168/0,13	2,7/2,2	384/0,49	3,6/3,9
Ручейники	552/1,90	4,7/32,2	1244/1,86	20,1/31,2	2880/5,48	27,4/43,8
Хирономиды	6872/1,45	58,6/24,6	1792/0,40	29,0/6,7	944/0,10	9,0/0,8
Олигохеты	-/0,19	-/3,2	-/0,03	-/0,6	-/0,18	-/1,5
Нематоды	248/0,004	2,1/0,1	524/0,01	8,5/0,2	1040/0,01	9,9/0,1
Клещи	216/0,01	1,8/0,2	512/0,03	8,3/0,4	752/0,04	7,1/0,3
Др. двукрылые	40/0,02	0,3/0,3	218/2,0	3,5/33,3	352/2,44	3,3/19,5
Мошки	296/0,10	2,5/1,7	136/0,05	2,2/0,8	240/0,08	2,3/0,6
Планарии	128/0,02	1,1/0,2	4/0,0004	0,1/0,01	-/-	-/-
Моллюски	-/-	-/-	8/0,02	0,1/0,4	-/-	-/-
<b>Всего</b>	<b>11728/5,91</b>		<b>6186/5,96</b>		<b>10512/12,5</b>	

Примечание: N – численность, экз./м<sup>2</sup>; B – биомасса, г/м<sup>2</sup>.

категорию представляли ручейники (32,2%) по биомассе. В субдоминанты вошли веснянки по биомассе (13,7%).

Бентос р. Чульман в зоне антропогенного воздействия в районе г. Нерюнгри по сравнению с фоновыми исследованиями отличался увеличением количества групп за счет появления моллюсков, а также снижением общей численности практически в два раза (с 11 728 экз./м<sup>2</sup> до 6 186 экз./м<sup>2</sup>) (табл. 1). Столь резкое изменение происходило за счет снижения численности хирономид (3,8 раза), веснянок (1,8 раза), поденок (1,9 раза) и планарий (32 раза). При этом возросла численность ручейников (в 2,2 раза), нематод (в 2,1 раза) и водяных клещей (в 2,4 раза). Биомасса бентоса оставалась на прежнем уровне (5,91 и 5,96 г/м<sup>2</sup>, соответственно) в основном за счет личинок двукрылых рода *Tipula*, достигавших 33,3 % биомассы всего бентоса, что превышало таковые показатели фонового участка в 100 раз (табл. 1). Вместе с тем необходимо отметить снижение биомассы веснянок (в 6 раз) и хирономид (в 3,6 раза).

Биомасса бентоса на участке реки ниже основных источников загрязнения в районе пос. Чульман оценивалась 12,5 г/м<sup>2</sup>, численность – 10 512 экз./м<sup>2</sup>. Значение биомассы в районе пос. Чульман превышало показатель биомассы бентоса верхних участков более чем в 2 раза. Как и на верхних участках по численности и биомассе доминировали поденки (37,3% и 29,5%), а также ручейники (27,4% и 43,8%), и др. двукрылые (19,5%) лишь по биомассе. В субдоминанты входили хирономиды, нематоды и водяные клещи по численности (табл. 1).

Ядро фонового сообщества р. Чульман в конце июля 2006 г. по биомассе составляли ручейники *Brachycentrus americanus* (28,6%) (табл. 2), а по численности доминант отсутствовал (табл. 3). Категорию субдоминантов по биомассе представляли веснянки *Agnetina brevipennis* (10,3%) и поденки *Baetis fuscatus* (5,2%).

Таблица 2

## Видовая структура сообществ бентоса по биомассе (%) р. Чульман, июль 2006 г.

	Выше г. Нерюнгри	Район г. Нерюнгри	Район пос. Чульман
Доминанты	<i>Brachycentrus americanus</i> (28,6)	<i>Brachycentrus americanus</i> (37,0)	<i>Arctopsyche ladogensis</i> (38,3) <i>Epeorus pellucidus</i> (15,3)
Субдоминанты	<i>Agnetina brevipennis</i> (10,3) <i>Baetis (B.) fuscatus</i> (5,2)	<i>Capnia</i> sp. (10,4) <i>Ecdyonurus aspersus</i> (6,8) <i>Padunia</i> sp. (6,1)	<i>Drunella triacantha</i> (11,8) <i>Glossosoma</i> sp. (9,5) <i>Rhithrogena lepnevae</i> (6,4)
Второстепенные виды	<i>Saetheria reissi</i> (4,4) <i>Orthocladius</i> sp. (4,2) <i>Micropsectra togacontralia</i> (4,2) <i>Baetis (A.) sibiricus</i> (3,7) <i>Tvetenia gr. bavarica</i> (3,6) <i>Cinygmula cava</i> (3,5) <i>Couchapelopia</i> sp. (3,3) <i>Arcynopteryx</i> sp. (3,3) <i>Rhithrogena lepnevae</i> (3,1) <i>Drunella triacantha</i> (2,5) <i>Rheotanytarsus</i> sp. (2,4) <i>Ephemerella aurivillii</i> (2,2) <i>Eukiefferiella gr. brehmi</i> (1,9) <i>Ecdyonurus aspersus</i> (1,4) <i>Rhyacophila gr. sibirica</i> (1,3) <i>Glossosoma</i> sp. (1,2) <i>Cinygmula</i> sp. (1,1)	<i>Ephemerella ignita</i> (4,0) <i>Epeorus pellucidus</i> (2,7) <i>Rhithrogena lepnevae</i> (2,6) <i>Arcynopteryx</i> sp. (2,3) <i>Baetis (B.) fuscatus</i> (2,2) <i>Cinygmula</i> sp. (2,1) <i>Ephemerella aurivillii</i> (2,1) <i>Serratella setigera</i> (2,0) <i>Sympothastia</i> sp. (1,7) <i>Heptagenia sulphurea</i> (1,7) <i>Apatania</i> sp. (1,4) <i>Anagapetus schmidi</i> (1,3) <i>Orthocladius</i> sp. (1,3) <i>Glossosoma</i> sp. (1,3) <i>Baetis (A.) sibiricus</i> (1,2) <i>Serratella thymalli</i> (1,1)	<i>Anagapetus schmidi</i> (2,5) <i>Krenosmitfia halvorseni</i> (2,4) <i>Stenopsyche marmorata</i> (2,3) <i>Arcynopteryx</i> sp. (2,2) <i>Rhyacophila impar</i> (1,6) <i>Megarcyus ochracea</i> (1,5)

По численности в эту категорию вошли 7 видов, из которых 5 видов хирономиды, составляющие в сумме 43,2% всего сообщества амфибиотических насекомых.

На участке реки в районе г. Нерюнгри ручейники *Brachycentrus americanus* продолжали доминировать по биомассе (37,0%), по численности доминанты, так же как и в районе выше г. Нерюнгри, отсутствовали. Категорию субдоминантов по биомассе представляли три вида – по одному представителю веснянок, поденок и ручейников. К субдоминантам по численности (табл. 3), так же как и на фоновом участке отнесены 7 видов, из которых только хирономиды *Micropsectra togacontralia* и *Rheosmittia spinicornis* уступили свои позиции ручейникам *Anagapetus schmidi* (12,6%) и *Apatania* sp. (5,6%).

На участке реки в районе пос. Чульман структура бентосного сообщества существенно иная. Категорию доминантов по биомассе здесь представляли ручейники *Arctopsyche ladogensis* (38,3%) и поденки *Epeorus pellucidus* (15,3%), которые доминировали и по численности (18,8%). В субдоминанты по биомассе вошли поденки *Drunella triacantha* (11,8%) и *Rhithrogena lepnevae* (6,4%) и ручейники *Glossosoma* sp. (9,4%). По численности только ручейники *Glossosoma* sp. (14,0%) сохранили свое субдоминирующее положение, а места остальных заняли поденки другой видовой принадлежности – *Heptagenia sulphurea* (10,2%) и *Baetis (A.) sibiricus* (11,4%), а также ручейники *Anagapetus schmidi* (11,4%). Появление в бентосе этих видов и увеличение их численности, в первую очередь объясняется тем, что участок реки в районе пос. Чульман может быть охарактеризован как метари-

Таблица 3

## Видовая структура сообществ бентоса по численности (%) р. Чульман, июль 2006 г.

	Выше г. Нерюнгри	Район г. Нерюнгри	Район пос. Чульман
Доминанты			<i>Epeorus pellucidus</i> (18,7)
Субдоминанты	<i>Tvetenia gr. bavarica</i> (12,9) <i>Eukiefferiella gr. brehmi</i> (9,2) <i>Baetis (A.) sibiricus</i> (8,8) <i>Orthocladus sp.</i> (8,6) <i>Micropsectra togaconralia</i> (7,4) <i>Ephemerella aurivillii</i> (6,0) <i>Rheosmittia spinicornis</i> (5,1)	<i>Anagapetus schmidi</i> (12,6) <i>Ephemerella aurivillii</i> (7,5) <i>Eukiefferiella gr. brehmi</i> (7,4) <i>Corynoneura sp.</i> (7,0) <i>Orthocladus sp.</i> (6,9) <i>Baetis (A.) sibiricus</i> (5,9) <i>Apatania sp.</i> (5,6) <i>Ephemerella ignita</i> (5,4)	<i>Glossosoma sp.</i> (14,0) <i>Baetis (A.) sibiricus</i> (11,4) <i>Anagapetus schmidi</i> (11,4) <i>Heptagenia sulphurea</i> (10,2)
Второстепенные виды	<i>Eukiefferiella gr. claripennis</i> (4,9) <i>Baetis (B.) fuscatus</i> (4,7) <i>Rheotanytarsus sp.</i> (4,1) <i>Thienemanniella sp.</i> (2,6) <i>Corynoneura sp.</i> (3,4) <i>Cinygmula cava</i> (2,4) <i>Cinygmula sp.</i> (2,4) <i>Rhithrogena lepnevae</i> (1,7) <i>Arcynopteryx sp.</i> (1,7) <i>Brachycentrus americanus</i> (1,4) <i>Hydroptila sp.</i> (1,1) <i>Tvetenia tamaflava</i> (1,1) <i>Couchapelopia sp.</i> (1,1) <i>Anagapetus schmidi</i> (1,0)	<i>Thienemanniella sp.</i> (4,4) <i>Baetis (B.) fuscatus</i> (4,2) <i>Cinygmula sp.</i> (3,7) <i>Padunia sp.</i> (2,5) <i>Brachycentrus americanus</i> (2,4) <i>Cricotopus (C.) gr. tremulus</i> (2,1) <i>Tvetenia gr. Bavarica</i> (1,9) <i>Ecdyonurus aspersus</i> (1,7) <i>Euryhapsis cilium</i> (1,7) <i>Rhithrogena lepnevae.</i> (1,6) <i>Hydroptila sp.</i> (1,4) <i>Sympotthastia sp.</i> (1,2) <i>Serratella setigera</i> (1,3) <i>Conchapelopia sp.</i> (1,2) <i>Arcynopteryx sp.</i> (1,1)	<i>Stenopsyche marmorata</i> (4,1) <i>Arctopsyche ladogensis</i> (3,9) <i>Rhithrogena lepnevae</i> (3,6) <i>Orthocladus sp.</i> (3,2) <i>Tvetenia gr. bavarica</i> (2,8) <i>Rhithrogena sp.</i> (2,4) <i>Arcynopteryx sp.</i> (2,0) <i>Ephemerella aurivillii</i> (1,6) <i>Thienemanniella sp.</i> (1,8)

траль. Подтверждением этому является присутствие в бентосе личинок ручейника *Stenopsyche marmorata*, который является видом-индикатором именно этой подзоны ритрала (Леванидова и др., 1989; Тиунова и др., 1997).

Таким образом, по составу видов и их доминированию, можно заключить, что население фонового участка и участка реки в районе г. Нерюнгри, представлено единым сообществом пресноводных беспозвоночных характерным для переходной зоны эпи- в метаритраль. Нижний же участок реки в районе пос. Чульман по этим показателям относится к метаритралу.

Одним из показателей состояния водной среды в предгорных водотоках является количество видов ЕРТ (поденок, веснянок и ручейников), относящихся к основным биоиндикаторам среди амфибиотических насекомых. Число видов выше перечисленных отрядов, зарегистрированных на фоновом участке, участке подверженном антропогенному воздействию, и ниже него, заметно не различалось и составляло 26, 28 и 27 видов соответственно. Между тем, значения индекса ЕРТ по численности и биомассе на фоновом участке были в среднем в 1,2 раза выше, чем в районе города и в 2 раза ниже, чем в районе пос. Чульман (табл. 4).

Заметные различия были выявлены и в числе видов амфибиотических насекомых и их количественных показателях между фоновым и загрязненным участками и участком, расположенным ниже зоны антропогенного воздействия (табл. 5). Из 70 видов водных насекомых, обнаруженных в количественных пробах р. Чуль-

Таблица 4

## Характеристика зообентоса р. Чульман, июль 2006 г.

Показатель	Выше г. Нерюнгри	Район г. Нерюнгри	Пос. Чульман
Количество групп	9	10	8
Количество видов в группах:			
поденки	13	12	13
веснянки	4	6	6
ручейники	9	10	8
хириномиды	25	24	10
Численность бентоса, экз./м <sup>2</sup>	11728	6186	10512
Биомасса бентоса, г/м <sup>2</sup>	5,91	5,96	12,5
Количество видов ЕРТ (пЕРТ)	26	28	27
НЕРТ, экз./м <sup>2</sup>	3928	2992	7184
ВЕРТ, г/м <sup>2</sup>	4,11	3,43	9,65

ман, 49 видов зарегистрированы на фоновом участке, 51 вид – в районе г. Нерюнгри и 31 вид – ниже пос. Чульман. При этом на участке реки в районе г. Нерюнгри не встречено 11 фоновых видов, а для ряда видов зафиксировано значительное снижение их численности. Не отмечены в пробах хириномиды – *Orthocladius setosus*, *O. defensus*, *O. rivolorum*, *O. gr. rivicola*, *Eukiefferiella gr. devonica*, *E. gr. claripennis*, *Tvetenia tamaflava* и *Limnophyos sp.*, поденки *Cinygmula cava*, ручейники *Rhyacophila gr. mongolica* и *R. gr. sibirica*. Заметно снизили свою численность хириномиды *Eukiefferiella gr. brehmi*, *Orthocladius sp.*,

*Rheosmittia spinicornis*, *Tvetenia gr. bavarica*, *Micropsectra togacontralia* и *Rheotanytarsus sp.*, поденки *Rhithrogena lepnevae*, *Baetis (A.) sibiricus* и *Ephemerella aurivillii*, веснянки *Diura sp.*, *Arcynopterys sp.* и ручейники *Hydroptila sp.* Большинство вышеперечисленных видов хириномид населяют каменистые грунты с водорослевыми обрастаниями, которыми и питаются (Чебанова, 2009). К этой группе относятся виды родов *Orthocladius* и *Eukiefferiella*, для них и отмечены существенные количественные изменения.

Вероятно на участке р. Чульман в районе г. Нерюнгри идет снижение количества водорослевых обрастаний, поскольку в донных осадках отмечено увеличение концентрации меди, которое превышало фоновые показатели в два раза (Иванов и др., 2005) и оказывало, по-видимому, неблагоприятное воздействие на рост водорослей (Гидрохимические показатели ..., 2007).

В тоже время на участке реки в районе г. Нерюнгри появляются виды, не зарегистрированные на фоновом участке. К ним относятся хириномиды *Pseudosmittia sp.*, *Chaetocladus sp.*, *Parakiefferiella sp.*, *Sympothastia sp.*, *Synorthocladus sp.*, *Polypedium sp.* и *Cladotanytarsus sp.*, поденки *Heptagenia sulphurea* и *Leptophlebia strandii*, веснянки *Isoperla sp.* и *Capnia sp.*, ручейники *Padunia sp.*, *Agapetus sp.* и *Ceraclea sp.* Для хириномид *Euryhapsis cilium*, поденок *Serratella ignita*, ручейников *Apatania sp.* и *Anagapetus schmidi* отмечено увеличение их численности более чем в пять раз. Надо отметить, что большинство указанных видов поденок и хириномид являются эврибионтами. Так поденки *Heptagenia sulphurea*, *Serratella ignita* и *Leptophlebia strandii* относятся к гемипотамофилам и поамофилам соответственно, отдающим предпочтение и любителям потамали, т.е. населяющим как сред-

Таблица 5

Биомасса и численность амфибиотических насекомых в р. Чульман,  
июль 2006 г.

Таксон	Выше г. Нерюнгри		Район г. Нерюнгри		Район пос. Чульман	
	N	B	N	B	N	B
<b>Отряд Diptera, сем. Chironomidae – хирономиды</b>						
<i>Pagastia orientalis</i> (Tshernovskij)	8	0,019	4	0,011	-	-
<i>Sympotthastia</i> sp.	-	-	60	0,065	-	-
<i>Corynoneura</i> sp.	376	0,031	340	0,019	-	-
<i>Cricotopus</i> (C.) gr. <i>tremulus</i>	96	0,019	100	0,033	-	-
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>brehmi</i>	1024	0,112	356	0,034	80	0,018
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>claripennis</i>	552	0,042	-	-	48	0,005
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>cyanea</i>	32	0,005	24	0,007	-	-
<i>Eukiefferiella</i> gr. <i>devonica</i>	24	0,0067	-	-	16	0,003
<i>Euryhopsis cilium</i> Oliver	16	0,003	84	0,025	16	0,003
<i>Krenosmittia halvorseni</i> Cran. et Sæth.	32	0,003	8	0,001	32	0,240
<i>Limnophyos</i> sp.	16	0,0001	-	-	-	-
<i>Orthocladius defensus</i> Makar et Makar.	40	0,032	-	-	-	-
<i>O. setosus</i> Makar et Makar.	72	0,04	-	-	-	-
<i>O.</i> (E) <i>rivolorum</i> Kieffer	32	0,008	-	-	-	-
<i>Orthocladius</i> (E) gr. <i>rivicola</i>	24	0,006	-	-	-	-
<i>Orthocladius</i> sp.	960	0,245	332	0,049	256	0,015
<i>Parakiefferiella</i> sp.	-	-	4	0,00004	-	-
<i>Parametriocnemus borealpinus</i> Gouin	8	0,004	12	0,005	-	-
<i>Pseudosmittia</i> sp.	-	-	4	0,00004	-	-
<i>Rheosmittia spinicornis</i> (Brun-din)	568	0,033	44	0,001	-	-
<i>Synorthocladius</i> sp.	-	-	4	0,0004	-	-
<i>Thienemanniella</i> sp.	296	0,021	212	0,014	144	0,013
<i>Tvetenia tamaflava</i> Sasa	128	0,039	-	-	-	-
<i>Tvetenia</i> gr. <i>bavarica</i>	1440	0,210	92	0,008	224	0,034
<i>Polypedium</i> sp.	-	-	8	0,002	-	-
<i>Saetheria reissi</i> Jackson	88	0,254	28	0,006	-	-
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	-	-	32	0,004	48	0,003
<i>Micropsectra togacontralia</i> Sasa et Okaz.	832	0,240	24	0,008	-	-
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	456	0,136	16	0,006	80	0,004
<i>Couchapelopia</i> sp.	120	0,191	56	0,032	-	-
<i>Coustempellina</i> sp.	40	0,002	8	0,0004	-	-
<i>Chaetocladius</i> sp.	-	-	4	0,00004	-	-
<b>Отряд Ephemeroptera – поденки</b>						
<i>Rhithrogena lepnevae</i> Brodsky	192	0,178	76	0,099	288	0,685
<i>Cinygmula cava</i> Ulmer	264	0,201	-	-	-	-
<i>Cinygmula</i> sp.	264	0,063	176	0,080	-	-
<i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller)	-	-	4	0,064	832	0,058



окончание таблицы 5

Таксон	Выше г. Нерюнгри		Район г. Нерюнгри		Район пос. Чульман	
	N	B	N	B	N	B
<i>Epeorus pellucidus</i> (Brodsky)	24	0,015	16	0,105	1520	1,533
<i>Ecdyonurus aspersus</i> Kluge	32	0,081	84	0,261	-	-
<i>Baetis</i> ( <i>Baetiella</i> ) <i>tuberculatus</i> (Kazl.)	-	-	-	-	32	0,012
<i>Baetis</i> ( <i>B.</i> ) <i>fuscatus</i> L.	568	0,311	204	0,086	48	0,038
<i>B.</i> ( <i>B.</i> ) <i>vernus</i> Curtis	-	-	-	-	16	0,003
<i>B.</i> ( <i>Acentrella</i> ) <i>sibiricus</i> (Kazl.)	984	0,213	284	0,046	928	0,086
<i>Drunella triacantha</i> Tsherniva	16	0,142	-	-	48	1,181
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson	672	0,130	364	0,080	128	0,051
<i>Serratella ignita</i> (Poda)	24	0,022	260	0,188	-	-
<i>S. thymalli</i> (Tshernova)	8	0,026	8	0,043	-	-
<i>S. setigera</i> (Bajkova)	40	0,034	64	0,077	-	-
<i>S. zapekinae</i> Bajkova	-	-	-	-	16	0,034
<i>Leptophlebia</i> ( <i>P.</i> ) <i>strandii</i> Eaton	-	-	32	0,004	64	0,006
<b>Отряд Плескеры – веснянки</b>						
<i>Pteronarcys reticulata</i> (Burmeister)	-	-	-	-	16	0,051
<i>Diura</i> sp.	64	0,023	20	0,01	48	0,066
<i>Arcynopteryx</i> sp.	192	0,188	52	0,089	160	0,218
<i>Isoperla</i> sp.	-	-	8	0,001	-	-
<i>Taenionema japonicum</i> (Okamoto)	-	-	-	-	80	0,002
<i>Agnetina brevipennis</i> (Navás)	24	0,581	24	0,028	-	-
<i>Capnia</i> sp.	-	-	4	0,400	-	-
<i>Nemoura</i> sp.	8	0,002	4	0,001	-	-
<b>Отряд Трихоптеры – ручейники</b>						
<i>Brachycentrus americanus</i> (Banks)	160	1,653	116	1,426	-	-
<i>Apatania</i> sp.	56	0,010	268	0,053	80	0,067
<i>Arctopsyche ladogensis</i> Kolenati	32	0,005	8	0,002	320	3,826
<i>Anagapetus schmidi</i> (Levanidova)	112	0,008	608	0,050	928	0,250
<i>Agapetus</i> sp.	-	-	8	0,013	-	-
<i>Glossosoma</i> sp.	16	0,070	8	0,049	1136	0,944
<i>Padunia</i> sp.	-	-	120	0,236	-	-
<i>Stenopsyche marmorata</i> Navas	-	-	-	-	336	0,229
<i>Rhyacophila impar</i> Martynov	-	-	-	-	32	0,155
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>mongolica</i>	8	0,024	-	-	-	-
<i>Rhyacophila</i> gr. <i>sibirica</i>	32	0,078	-	-	-	-
<i>Ceraclea</i> sp.	-	-	12	0,005	-	-
<i>Hydropsyche nevae</i> (Kolenati)	-	-	-	-	32	0,0048
<i>Hydroptila</i> sp.	128	0,024	68	0,021	-	-

Примечание: N – численность, экз./м<sup>2</sup>; B – биомасса, г/м<sup>2</sup>.

ние участки горных и предгорных рек, так и крупные реки (Тиунова, 2005). Вновь отмеченные виды хирономид приурочены к грунтам с иловыми отложениями.

Особо следует указать появление в бентосе реки в районе г. Нерюнгри ручейников рода *Apatania*, достигавших, относительно фона и нижнего участка реки, максимальных значений по численности. Известно, что представители этого рода как правило, обитают в холодных реках и источниках (Иванов и др., 2001). Можно предположить, что на этом участке существует подток либо грунтовых, либо родниковых вод, который и обуславливает высокую численность ручейников этого рода. Согласно результатам гидрологических исследований водный баланс басс. р. Чульман определяется сложностью структуры, в которой подземная и наледная компоненты стока играют существенную роль (Всеволожский, Куринова, 1989).

На участке реки в районе пос. Чульман собрано наименьшее число таксонов амфибиотических насекомых (31 вид) по сравнению с фоном и участком реки в районе г. Нерюнгри. Изменения видового состава происходят в основном за счет уменьшения числа видов хирономид (на 17 видов), поденок (4 вида) и ручейников (3 вида). В тоже время здесь появляются виды, не отмеченные на фоновом участке реки или в районе г. Нерюнгри. Это поденки *Serratella zapেকinae*, веснянки *Taenionema japonicum* и ручейники *Stenopsyche marmorata*, *Rhyacophila impar* и *Hydropsyche nevae*. Кроме того, ряд видов либо восстанавливает, либо увеличивает свою численность относительно верхних участков. Из поденок это *Rhithrogena lepnevae*, *Epeorus pellucidus*, *Baetis (A.) sibiricus*, из веснянок – *Arcynopteryx* sp., из ручейников – *Arctopsyche ladogensis*, *Anagapetus schmidi* и *Glossosoma* sp. Однако, как уже указывалось выше, наличие этих видов в бентосе и увеличение их численности, в первую очередь объясняется тем, что этот участок реки представляет зону ритрали подзону метаритрали.

Таким образом, анализ сообществ зообентоса р. Чульман показал, что, не смотря на хроническое антропогенное воздействие в районе г. Нерюнгри, значительных изменений в структуре группового состава не происходило, в то время как численность бентоса была значительно ниже фона и участка ниже зоны загрязнения. Сообщества бентоса р. Чульман характеризовались преобладанием поденок, веснянок, ручейников и хирономид. Индекс ЕРТ варьировал в пределах 26-28 видов, не снижаясь в зоне загрязнения, как это отмечалось ранее для рек Дальнего Востока (Коротенко, 2009; Чебанова, 2009). При этом на участке реки в районе г. Нерюнгри выявлены заметные изменения видового состава. Здесь не встречено 11 фоновых видов и для ряда таксонов зафиксировано значительное снижение численности, что, по-видимому, связано с повышенным содержанием тяжелых металлов, угнетающим их кормовую базу. Накопление детрита в грунте определило присутствие здесь комплекса беспозвоночных (хирономид), предпочитающих заселять участки с иловыми отложениями. Вместе с тем, наличие в зоне антропогенного воздействия ручейников рода *Apatania*, относящихся к категории субдоминантов по биомассе, указывало на подток грунтовых вод, разбавляющих водную массу и способствующих самоочищению реки. Кроме того, очищение грунта от заиления и улучшение качества воды происходило за счет стремительных паводков. Следовательно, реакция сообществ на антропогенное воздействие зависит от особенностей гидрологического режима рек. Поэтому, для оценки его влияния необходимо использовать комплекс разнообразных подходов, включаю-

щий как структурные характеристики сообществ, так и биотические индексы. Это необходимо учитывать особенно в условиях крупных рек, для которых характерны различные механизмы взаимодействия подземных и поверхностных вод, тесно связанных с геокриологическими условиями.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта ДВО РАН «Типизация сообществ зообентоса как основа для создания региональной базы данных фоновое состояние лососевых рек юга Дальнего Востока» № 09-III-A-06-184.

### ЛИТЕРАТУРА

- Всеволожский В., Куринова Т. 1989.** Водный баланс зоны интенсивного водообмена в районах с южным типом криолитозоны // Геокриологические и гидрогеологические исследования зоны свободного водообмена. М.: Наука. С. 13–23.
- Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Под ред. Т.В. Гусева / 2007.** М.: Форум: ИНФРА-М. 192 с.
- Глушанов А.В., Осадчий В.Г. 1990.** По рекам и горам Якутии. Якутск: Кн. изд-во. 208 с.
- Иванов В.Д., Григоренко В.Н., Арефина Т.И. 2001.** Trichoptera (Ручейники) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. СПб: Наука. С. 7–72.
- Иванов В. В. и др. 2005.** Экологические аспекты разработки угольных месторождений Южной Якутии // Материалы II Республиканской научно-практической конференции, г. Нерюнгри, 19-21 октября 2004 г. Якутск. С. 255–260.
- Коротенко Г.А. 2009.** Биота и сообщества макробентоса водотоков материкового побережья пролива Невельского. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 18 с.
- Леванидова И.М., Лукьянченко Т.И., Тесленко В.А., Макаренко М.А., Семенченко А.Ю. 1989.** Экологические исследования лососевых рек Дальнего Востока СССР // Систематика и экология речных организмов. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 74–111.
- Патин С.А. 2001.** Нефть и экология континентального шельфа. М.: ВНИРО. 247 с.
- Романовский Н.Н., Булдович С.Н., Типенко Г.С., Сергеев Д.О., Касымская М.В., Гаврилов А.В. 2009.** Оценка влияния климатических изменений на поверхностный сток с помощью моделирования теплового взаимодействия многолетнемерзлых пород и подземных вод (на примере верхней части водосборного бассейна р. Лены) // Криосфера Земли. Т. XIII, № 1. С. 55–64.
- Тнунова Т.М. 2005.** Экологическая классификация реофильных личинок поденок (Ephemeroptera) юга российского Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 113–117.
- Тнунова Т.М., Тесленко В.А., Арефина Т.И. 1997.** Амфибиотические насекомые бассейна реки Бикин // Экосистемы бассейна реки Бикин. Человек, среда, управление. Владивосток: ДВО РАН. С.105–116.
- Чебанова В.В. 2009.** Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 172 с.
- Шишкина Н.П., Кольцибаева Н.П. 2003.** Химический состав воды Южной Якутии // Прикладная экология Севера : опыт проведения исследований современного состояния и перспективы: Международная научно-практическая конференция, г. Якутск, 20–21 марта. Якутск. С. 135–137