

**БЫСТРАЯ РЕАКЦИЯ МАКРОБЕНТОСА РЕК ОСТРОВА САХАЛИН
НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**

В.С. Лабай, М.Г. Роготнев

*Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(СахНИРО) 693000, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, д. 196.
E-mail: labay@sakhniro.ru*

По результатам оперативного мониторинга бентоса в предгорных и равнинных водотоках острова Сахалин в 2004–2007 гг. при различных вариантах кратковременных строительных работ в русле описана динамика количественных характеристик бентоса в течение 3 сут после завершения строительства. Независимо от типа водотока, состава и структуры макробентоса наблюдаются одни и те же закономерности: достаточно быстрое восстановление количественных характеристик бентоса на нарушенном субстрате, быстрый отклик на воздействие активно мигрирующих видов и форм – бокоплавов и мелкоразмерных амфибиотических насекомых, замедленный отклик с низкой скоростью миграций из зоны воздействия крупных гидробионтов.

**FAST REACTION OF SAKHALIN RIVERS MACROBENTHOS
ON SHORT-TERM TECHNOGENIC IMPACT**

V.S. Labay, M.G. Rogotnev

*Sakhalin Scientific Research Institute of Fisheries & Oceanography (SakhNIRO) 693023, Russia,
Yuzhno-Sakhalinsk, Komsomol'skaya St., 196. E-mail: labay@sakhniro.ru*

By results of operative monitoring of benthos in Sakhalin foothill and flat rivers in 2004–2007 at various variants of short-term technogenic influence in a channel changes of quantitative characteristics of benthos within 3 day after end of construction is described. Irrespective of type of a water-current, composition and structure of macrobenthos the same laws are observed: fast restoration of benthic quantitative characteristics on the broken substratum, the fast response to influence of actively migrating species and forms – Amphipoda and small amphibiotic insects, the slowed down response with low speed of migrations from a zone of influence large organisms.

В современной научной литературе встречаются два подхода к описанию восстановления сообществ макробентоса рек после техногенного воздействия. Первый – исследование процессов во время техногенного воздействия и в течение короткого промежутка непосредственно после него (Küry, Zschokke, 2000; Ciesielka, Bailey, 2001; Schmid-Araya, 2000; Bond, Downes, 2003). Ко второму относятся сравнительные с фоновым описанием состояния донных сообществ через относительно длительный период после антропогенного воздействия (Bloesch et al., 1998; Cooper et al., 2001; Gaillard et al., 2002). Анализ источников первого типа позволяет говорить о быстром (в течение 3 сут) восстановлении количественных характеристик донного сообщества макробеспозвоночных.

Проведенные нами исследования позволили получить данные об изменениях количественных характеристик речного бентоса острова Сахалин при различных вариантах кратковременного техногенного воздействия, уточнить и расширить имеющиеся сведения

по реакции донного населения. Полученные данные имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение и могут применяться при расчете ущерба от строительных работ в русле.

Исследования проводились в рамках «Программы экологического мониторинга водотоков» по проекту «Сахалин-2» (компания-оператор «Сахалин Энерджи Лтд.»).

Материалы и методики

Мониторинг проводился во время строительства переходов трассы нефтегазопровода по проекту «Сахалин-2» (компания-оператор «Сахалин Энерджи Лтд.»). Бентосные станции располагались в 50 м выше створа перехода (-50 м), в створе перехода (0 м), в 25 м ниже створа перехода (25 м) и в 150 м ниже перехода. В створе перехода предполагается прямое механическое воздействие на бентос, в 25 м ниже – воздействие взвеси и осаждаемого наилка (по данным модельных построений). Работы проводились по трем вариантам:

1) во время строительных работ водоток перекрывался дамбами выше и ниже перехода, участок русла между дамбами осушался, осуществлялась прокладка трубопровода, после чего русло восстанавливалось и в месте перехода отсыпалось гравием (р. Мичуринка, 25–29 ноября 2004 г., р. Кордон, 2–8 декабря 2004 г.);

2) перед строительством водоток в месте перехода перепускался по водопропускной трубе, под которой отрывалась траншея, в которую укладывалась труба, после чего русло восстанавливалось и в месте перехода отсыпалось гравием (руч. Седлец, 14–19 ноября 2006 г.; ручей без названия на ПК 349.18, 17–30 октября 2007 г.; р. Тихая, 5 февраля–18 марта 2007 г.);

3) русло во время строительных работ не перекрывалось, с берегов реки экскаваторами отрывалась траншея, в которую незамедлительно укладывалась труба, после чего русло восстанавливалось и в месте перехода отсыпалось гравием (р. Пугачевка, 22 февраля–28 марта 2007 г.).

Сроки мониторинга по первому варианту: до проведения строительства (фоновый этап), во время строительных работ, через 1 сут и через 3 сут после строительства. Сроки мониторинга по второму и третьему вариантам: до начала работ, сразу после завершения работ, через 1 сут и 3 после них. Сроки мониторинга выбраны исходя из результатов аналогичных исследований на альпийских водотоках (Bloesch et al., 1998).

Отбор проб проводился по методикам, принятым в отечественной гидробиологии. На реках Тихая и Пугачевка пробы отбирались с помощью малого дночерпателя Ван-Вина или Экмана с площадью отбора 0,0225 м² (Элиот и др., 1981). На створе перехода одновременно отбиралось 6 проб бентоса, на остальных – по три. Пробы бентоса по одному створу за один срок интегрировались. Всего на каждой реке было отобрано по 16 интегрированных проб (4 створа, 4 срока). На ручье без названия на ПК 349.18, руч. Седлец и реках Мичуринка и Кордон фауна ритрали учитывалась с помощью бентометра Леванидова площадью 0,12 м² (Леванидов, 1976; Методические рекомендации ..., 2003). На створе в месте пересечения отбирали по 4 пробы бентоса, на прочих створах – по 2 пробы. Пробы фиксировали 4% -ным раствором формальдегида и этикетировали.

Участок р. Пугачевка в месте пересечения относится к потамали при ширине более 20 м, глубине до 4 м и скорости течения до 0,1 м/с, на всех станциях преобладали пылеватые пески и илы. На остальных водотоках участки перехода отмечаются в ритрали. Эти водотоки в месте проведения работ характеризовались незначительной шириной – 2–3 м, глубина также была невелика – до 0,5 м. Грунт дна варьировался от песчаноглинистого до гравийно-галечного. Скорость течения в местах отбора проб изменялась от 0,1 до 0,3 м/с. Первичную обработку проб проводили сотрудники СахНИРО Т.С. Шпилько и И.А. Бурыка. Видовое определение организмов бентоса проводил В.С. Лабай.

Для описания структуры донных сообществ использовались стандартные показатели плотности: длина видового списка, численность (N) и биомасса (B). Для удобства количественные характеристики приведены как относительные (%) к значениям на фоновом этапе. Дополнительной характеристикой, позволяющей оценить динамику организмов различной размерности, является индивидуальная биомасса (B_{ind}), рассчитываемая как отношение средней биомассы к средней плотности. Автор отказался от применения индексов видового разнообразия и индексов доминирования в любых интерпретациях, так как для их репрезентативного применения необходимо осреднение большого количества проб (Morisita, 1996, Лебедева и др., 2002). Для оценки степени зрелости сообществ в ряду

сукцессионных изменений применялся ABC-метод в математическом выражении (Лебедева и др., 2002). Положительные значения этого индекса соответствуют сообществам на поздних стадиях сукцессии (стабильным); отрицательные – сообществам на ранних стадиях сукцессии; близкие к 0 – сообществам в состоянии неустойчивого равновесия. Применение данного индекса позволит сравнивать сообщества и участки акватории по численным значениям.

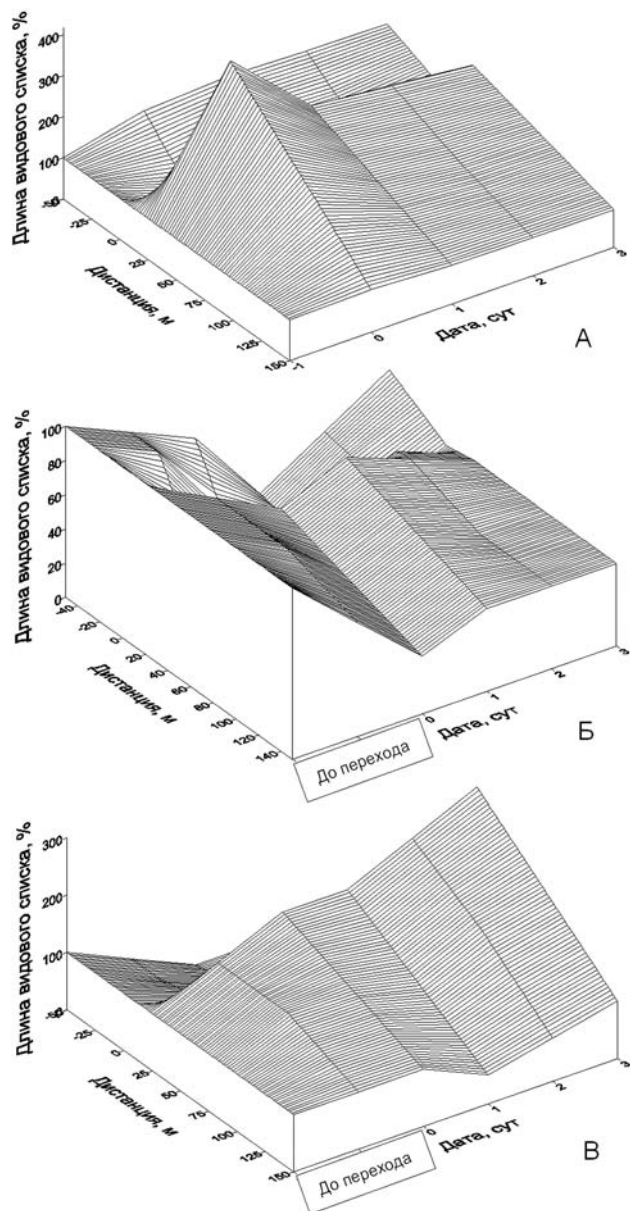


Рис. 1. Осредненная изменчивость длины видового списка по створам и срокам мониторинга: здесь и далее: А – вариант 1, Б – вариант 2, В – вариант 3

Результаты и обсуждение

Вариант 1. На обоих водотоках основу донного населения формировали двукрылые и поденки, эти же группы формировали основу биомассы бентоса. Среди двукрылых преобладали личинки болотниц рода *Hexatoma* и долгоножек рода *Tipula*. Среди поденок в р. Мичуринка доминировали *Ephemera sachalinensis* и *E. strigata*; а в р. Кордон – виды рода *Rhithrogena*. На створах р. Кордон большое значение имели также бокоплавы *Gammarus koreanus*. Реже значительную часть биомассы формировали личинки ручейников *Hydatophylax*. Несмотря на различия в видовом составе, реакция донного сообщества на обоих водотоках была схожей.

Во время строительства наблюдался значительный рост длины видового списка на створах в 50 м выше и в 25 м ниже створа перехода (рис. 1, А). В 50 м выше перехода длина видового списка увеличилась в среднем в 1,5 раза и оставалась такой высокой до конца периода мониторинга. В 25 м ниже перехода показатель резко возрос в момент перехода в среднем до 420 % (8 видов для р. Кордон и 13 видов для р. Мичуринка против 2 и 3 на фоновом этапе). В дальнейшем значения постепенно снижались до 200 % на 3-и сутки. Непосредственно в зоне перехода видовое богатство восстановилось почти до исходного (88 %) на 3-и сутки. Первыми заселяли нарушенный участок бокоплавы. На самом нижнем створе показатель был близок к исходному на протяжении всего периода наблюдений (92–105 %).

Плотность поселения гидробионтов на створах в 50 м выше и в 25 м ниже перехода изменялась аналогично длине видового списка (рис. 2, А). При строительстве максимальные значения характеризовали створ в 25 м ниже (500 % при амплитуде от 433 до 567 %). На створе перехода показатель уже на 3-и сутки значительно превысил фон – 247 %: от 75 % (р. Мичуринка) до 419 % (р. Кордон). В противоположном направлении изменялась численность на самом нижнем створе: она снижалась постепенно до 67 % от исходной на 3-и сутки.

Биомасса в 50 м выше и в 25 м ниже перехода также изменялась параллельно длине видового списка и численности, достигая максимума ниже створа строительства: в среднем 5914 % (!), от 5559 до 6268 % (рис. 3, А). На створе перехода на 3-и сутки показатель превысил исходное значение: 127 % (73–181 %). В 150 м ниже также отмечался постепенный рост биомассы – до 206 % от исходной (164–248 %).

Рост количественных характеристик в 50 м выше перехода сопровождался резким увеличением размеров гидробионтов во время строительства (в среднем V_{ind} составила 474 %). После завершения работ показатель снижился до исходных значений на 3-и сутки. На створе перехода после работ индивидуальная биомасса снизилась на 1-е сутки в среднем до

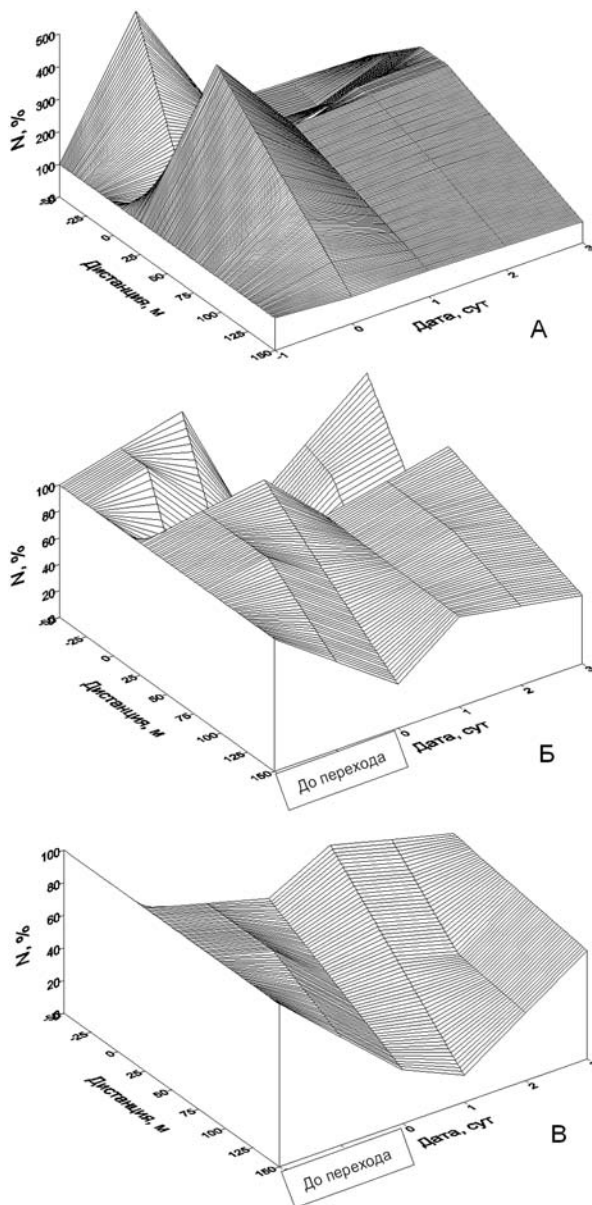


Рис. 2. Осредненная изменчивость плотности по створам и срокам мониторинга

28 % и восстановилась почти до исходной (80 %) на 3-и. В 25 м ниже наблюдалось два максимума показателя – во время строительства (767 %, 420–1114 %) и на 3-и сутки после строительства (560 %, 200–920 %). На самом нижнем створе отмечено постепенное увеличение размеров гидробионтов за весь период мониторинга до 294 %.

Исходя из схемы работ, на участке выше дамбы (-50 м) образуется зона накопления гидробионтов дрефта. Кроме того, здесь появляются крупные гидробионты – активные пловцы (например, личинки миног *Lethenteron*), мигрирующие из зоны работ вверх по течению. Ниже зоны перехода (25 м) во время работ в русле наблюдается накопление мигрирующих сверху из зоны работ и из мелководной осушаемой части русла гидробионтов – преимущественно крупных зарывающихся форм. Параллельно наблюдается обеднение

донного сообщества мелкими формами. После вскрытия перемычек количественные характеристики бентоса здесь резко снижаются, что говорит о сносе скопившихся во время работ гидробионтов вниз по течению. Несмотря на резкое снижение показателей обилия, они все еще превышают исходные, что свидетельствует о присутствии здесь части гидробионтов, мигрировавших из района строительства. Следовательно, значительная часть гидробионтов избегает гибели в зоне осушения, эрозии и дампинга грунта.

Увеличение биомассы на нижнем створе (150 м) в течение периода наблюдений также объясняется сносом крупных гидробионтов (см. выше). Достаточно медленная скорость их дрефта объясняет достижение максимальных показателей на 3-и сутки после строительных работ, что соответствует скорости дрефта около 50 м/сут. В этом случае не совсем правильно говорить о дрефте, имеет место низкоскоростная миграция. Увеличение тотальной биомассы сопровождается резким скачком индивидуальной биомассы и исчезновением из структуры донного сообщества мелкогабаритных форм. Следовательно, наблюдаются различные типы реагирования среди донных организмов. Инициаторами миграции, в отличие от створа пере-

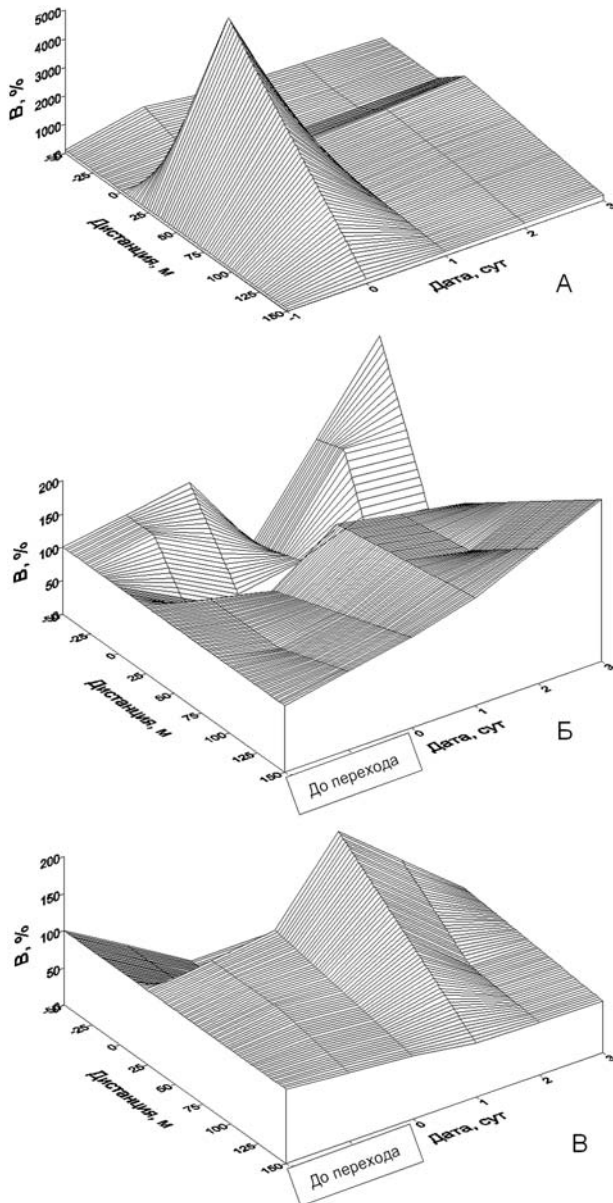


Рис. 3. Осредненная изменчивость биомассы по створам и срокам мониторинга

хода, где отмечено прямое разрушение биотопа, вероятно, являются понижение уровня во время строительных работ и резкое повышение мутности. Пороговые концентрации взвеси для крупных гидробионтов явно гораздо выше, что позволяет им скапливаться на створе в 150 м ниже перехода.

Вариант 2. Основу видового состава донного населения по всем трем водотокам формировали амфибиотические насекомые (83–97 %), среди которых наиболее представлены были Diptera, Ephemeroptera и Plecoptera. По структуре макробентоса водотоки сильно различались. В ручьях преобладали амфибиотические насекомые: 87–95 % от общей плотности и 94–96 % от общей биомассы, единой доминанты по всем створам не наблюдалось. В р. Тихая, наоборот, основу показателей обилия формировали бокоплав *Eogammarus kygi*: 51 % общей плотности и 94 % общей биомассы. Несмотря на различия, водотоки характеризовались сходной динамикой количественных характеристик по створам и срокам.

По всем створам длина видового списка резко падала сразу после строительства и через сутки после (рис. 1, Б). Для створов в места строительства и ниже это вполне объяснимо – сказывается как прямое воздействие русловых работ (0 м), так и поток взвеси при рытье и закапывании траншеи. Более интересно падение показателя на створе выше перехода: в среднем 21 % от фона на 1-е сутки после работ (13–31 %). На наш взгляд, это связано с технологией работ: водопропускные трубы имеют меньшее сечение, чем русло, поэтому во время строительства возникает эффект подпруживания. После завершения работ кратковременно возрастает скорость потока, что приводит к смыву бентоса не только на нижних створах, но и на прилегающем сверху участке водотока. Если на верхнем створе показатель на 3-и сутки восстанавливается в значительной мере (67 % при максимуме 119 %), то на остальных створах длина видового списка почти в 2 раза ниже фоновой (46–49 %).

Сразу после завершения работ на створах в 50 м выше и в 25 м ниже перехода наблюдается повышение плотности поселения гидробионтов – 123 % и 116 %, соответственно (рис. 2, Б). Оно является остаточным явлением после скопления гидробионтов выше и ниже перехода во время строительных работ. Данное мнение подтверждает факт значительного скопления бентоса (414 % от фоновой плотности, 1274 % от фоновой биомассы) ниже выхода водопропускной трубы на р. Тихая во время строительства на дополнительной точке, не представленной в схеме работ. Уже на 1-е сутки после строительства на этих створах численность падает ниже фоновой, на 3-и сутки показатель восстанавливается: 92–103 %. На самом нижнем створе после работ численность также меньше фоновой (в среднем 52 %, 30–85 %), на створе перехода на 3-и сутки численность восстанавливается до 30 % от исходной.

Изменчивость биомассы в целом совпадает с таковой для численности (рис. 3, Б), но имеются некоторые различия: 1) наблюдается большая амплитуда показателя, 2) на нижнем створе отмечен постепенный рост биомассы в течение всего периода мониторинга – до 243 %.

Чтобы понять и согласовать изменения численности и биомассы рассмотрим динамику средней индивидуальной биомассы (рис. 4, Б). Главная особенность – увеличение показателя на контрольных створах в 50 м выше и 150 м ниже пересечения через 1 сут и через 3 сут после завершения воздействия. Это соответствует концентрации крупных гидробионтов с параллельным уменьшением численности мелких. Заселение створа пересечения осуществляется активно мигрирующими крупными видами, что приводит к росту индивидуальной биомассы на 1-е сутки после работ.

В отличие от работ по варианту 1, водотоки в месте строительства перепускались по водопропускной трубе. Данный момент можно идентифицировать с первым значительным воздействием, при этом на створе выше пересечения и в 25 м ниже наблюдается рост количественных показателей бентоса. Следующее воздействие связано с завершением работ и

восстановлением русла. Во время укладки трубы и разрушения дамбы отмечался второй период активного воздействия, который, как и при работах по варианту 1, приводил к массовой откочевке мелких организмов и концентрации крупных форм на створах непосредственно выше и ниже пересечения. В дальнейшем продолжалась миграция крупных организмов вниз по течению с постепенным восстановлением количественных характеристик и структуры бентоса на створах влияния. Следовательно, при организации работ по варианту 2 происходили те же процессы по направленности и по срокам, что и при полном перекрытии водотоков. На створе пересечения также наблюдается рост численности и биомассы, но эти показатели еще не достигают уровня предстроительных. Ниже по течению отмечен рост количественных характеристик. Через 3-е сут плотность и биомасса

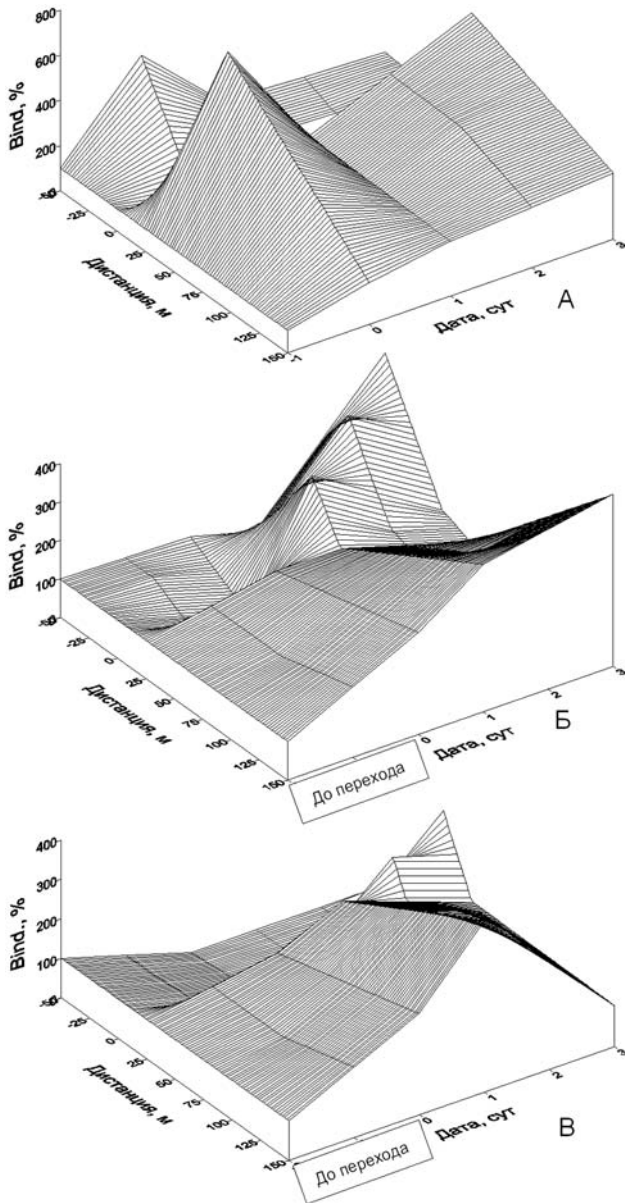


Рис. 4. Осредненная изменчивость средней индивидуальной биомассы по створам и срокам мониторинга

на фоновом створе восстанавливаются и даже превышают предстроительные преимущественно за счет концентрации крупных форм. На створе перехода, где грунт был заменен на крупный гравий, численность возрастает до 30 % исходной, хотя биомасса все еще низка. Следовательно, начинающееся заселение производится мелко-размерными видами с низкой индивидуальной биомассой, имеющими самый быстрый отклик на смену условий. На нижних створах продолжается рост численности и, главным образом, биомассы, сопровождающийся ростом индивидуальной биомассы. Следовательно, здесь наблюдается аккумуляция донных гидробионтов, мигрирующих с верхних створов, обусловленная на этом этапе преимущественным сносом крупных форм: личинок стрекоз *Orphogomphus obscurus*, личинок миног *Lethenteron*, крупных видов ручейников и др.

Вариант 3. Видовое богатство на фоновом этапе было наибольшим на створе перехода (рис. 1, В). Через месяц, сразу после укладки трубопровода, ситуация кардинально изменилась, выше участка строительства макробентос не был обнаружен, а на остальных створах показатель был невысок – по 1–2 видов в пробах. Ситуация не изменилась и в остальные

сроки наблюдения, только в 25 м ниже пересечения длина видового списка несколько возросла – до 3 видов на 3-и сутки.

Численность донных организмов изменялась неадекватно длине видового списка (рис. 2, В). На фоновом этапе показатель по всем створам был гораздо выше, чем во время пересечения и после него. Однако данный факт не объясняется влиянием строительства. Скорее всего, мы имеем дело с продукционными процессами в популяции многощетинковых червей *Hediste japonica*, преваляровавших на этом участке реки. Сходные средние биомассы по всем этапам и рост средней индивидуальной биомассы в течение мониторинга подтверждают этот вывод. Следовательно, снижение численности за месячный срок между фоновой съемкой и съемкой сразу после строительства объясняется естественной элиминацией при отсутствии восполнения за счет размножения. Сразу после пересечения реки трубопроводом, через 1 сут и через 3 сут, относительно высокие значения численности регистрировались только в 25 и 150 м ниже пересечения. Частичное восстановление показателя на створе пересечения отмечается на 3-и сутки после завершения работ. Можно уверенно говорить о росте численности в 25 м ниже пересечения на 3-и сутки после работ.

В динамике суммарной биомассы имеются свои различия (рис. 3, В). На фоновом створе она в период строительства и после него снижается до нуля, что явно вызвано естественными причинами, так как воздействия строительства на этом створе не наблюдается. На створе перехода биомасса, как и другие описанные выше количественные показатели, восстанавливалась до 30 % исходной на 3-и сутки после окончания строительных работ. В 25 м ниже наблюдалось резкое увеличение биомассы сразу после укладки трубопровода и через 1 сут (до 120 % и 230 % от исходного значения соответственно). На 3-и сутки значения показателя по створам выравнивались. На нижнем створе биомасса была относительно постоянна в течение всего периода мониторинга. Такая изменчивость говорит о миграции гидробионтов во время работ и сразу после них вниз по течению.

Сделанный вывод подтверждается изменчивостью средней индивидуальной биомассы (рис. 4, В). Главная особенность – рост показателя в 25 м и 150 м ниже пересечения сразу после строительных работ и через 1 сутки. На 3-и сутки показатель на этих створах приближается к фоновым значениям. Только на створе пересечения он гораздо превышает фон (290 %). Следовательно, после строительных работ наблюдалась откочевка организмов из зоны влияния вниз по течению реки. Резкий рост показателя на створе перехода объясняется сменой донного сообщества после смены грунта: преваляровавшие ранее полихеты замещаются крупноразмерными бокоплавами *Annanogammarus annandalei*.

Как мы видим, при организации работ по варианту 3 повторяются некоторые особенности в динамике бентоса, наблюдавшиеся при организации работ по вариантам 1 и 2: достаточно быстрое восстановление количественных характеристик бентоса на створе перехода, несмотря на полную смену донного сообщества, быстрая откочевка мелких организмов и замедленная миграция крупноразмерных форм вниз по течению.

Сравнивая распределение одноименных количественных показателей бентоса по всем трем вариантам организации строительства, независимо от биотопической принадлежности участка водотока, отметим одни и те же закономерности:

1) быстрое восстановление количественных характеристик на нарушенном субстрате – на 3-и сутки после строительства они составляли от 30–40 % от исходных до более 100 %;

2) быстрый отклик на воздействие активно мигрирующих видов и форм – бокоплавов и мелкоразмерных амфибиотических насекомых, именно они первыми реагируют на изменение мутности и прямое воздействие строительных работ, они же первыми заселяют восстановленный субстрат;

3) замедленный отклик с низкой скоростью миграций из зоны воздействия крупных гидробионтов.

Эффект быстрого восстановления сообществ макробентоса после техногенного воздействия на русло рек не является чем-то экстраординарным (Küry, Zschokke, 2000; Ciesielka, Bailey, 2001; Schmid-Araya, 2000; Bond, Downes, 2003). В природных условиях сходное явление наблюдается после паводков или после воздействия льдообразования. Детальное описание воздействия паводков на донные сообщества, включая обзор имеющейся литературы, приведено в работе В.В. Богатова «Экология речных сообществ российского Дальнего Востока» (1994) и развита им позднее (2001). В.В. Богатовым на основе анализа большого литературного материала отмечено, что даже самый катастрофический паводок не вносит необратимых изменений в видовой состав и разнообразие донного сообщества. Наблюдается достаточно быстрое заселение обнаженного в результате смыва субстрата за счет откладки яиц имаго водных насекомых или реколонизации грунта сносимыми течением организмами. После прохождения паводка численность и биомасса донных гидробионтов падают в десятки раз. Время восстановления количественных характеристик макробентоса варьирует от нескольких суток до нескольких месяцев. А.С. Константиновым и Е. В. Боруцким (цит. По: Богатов, 1994) описывалось, что при заселении необжитого грунта численность и биомасса донных гидробионтов уже на 8-е сутки приближались к таковым для контрольных точек. Обзор работ по влиянию на экосистемы рек эрозионного влияния ледового покрова выполнен Скримгеуром с соавторами (Scrimgeour et al., 1994). После ледового импакта происходит резкое (вплоть до полного уничтожения) падение количественных характеристик макробентоса. Скорость восстановления донных сообществ различна (от нескольких дней до нескольких месяцев), она зависит от многих условий: восстановления кормового ресурса, количества хищников, сноса гидробионтов из незатронутых льдом участков.

При строительных работах наблюдаются менее значительные воздействия. Эрозионному влиянию подвержен ограниченный участок русла, в отличие от паводков или зимнего оледенения, когда в зоне импакта оказывается практически все протяжение реки. Поэтому рефугиумом для донного населения являются не отдельные затишные участки, а верхний участок русла и в некоторой степени нижележащие участки. Это обуславливает быстрое восстановление макробентоса на участке строительства.

Увеличение биомассы бентоса на нижних створах в течение периода наблюдений объясняется сносом крупных гидробионтов (см. выше). Увеличение тотальной биомассы сопровождается резким скачком индивидуальной биомассы и исчезновением из структуры донного сообщества мелкоразмерных форм. Следовательно, возникают различные типы реагирования среди донных организмов. Инициатором миграции, в отличие от створа перехода, где наблюдается прямое разрушение биотопа, является резкое повышение мутности. При этом мелкие организмы реагируют чрезвычайно быстро и сносятся вниз по течению. Пороговые концентрации взвеси для крупных гидробионтов гораздо выше, поэтому они скапливаются на створе в 150 м ниже перехода.

Еще одна закономерность, отмеченная при мониторинге на реках Кордон, Мичуринка, Тихая, Пугачевка и руч. Седлец – на створе перехода после завершения работ основу плотности и биомассы формировали бокоплавы. Это связано с высокой миграционной активностью бокоплавов. Исследования, проведенные автором в 2003–2007 гг. в типично предгорных водотоках рек Мерея и Голубая, показали, что бокоплавы создают в них основу дрифта (более 90 % общей биомассы). Следовательно, первыми вселенцами на реколонизируемые участки будут именно эти гидробионты.

Таким образом, при имеющихся схемах строительных работ (проведение строительства с использованием земляной дамбы либо водопропускной трубы или строительство без перекрытия русла) донное население реагирует на воздействие миграцией части населения из зоны импакта с первоначальной аккумуляцией гидробионтов выше и ниже места работ и дальнейшим сносом организмов вниз по течению с оседанием крупных гидробионтов в зоне от 25 до 150 м ниже створа перехода. Мелкие организмы сносятся далее вниз

по течению. Регулирующими факторами здесь выступают кратковременное повышение скорости течения, смена гранулометрического состава грунта и изменение мутности воды. В зоне перехода донное сообщество восстанавливается относительно быстро в результате оседания гидробионтов из участков, расположенных выше по течению.

Авторы благодарят компанию «Сахалин Энерджи Лтд.» за предоставленную возможность публикации результатов.

Литература

- Богатов В. В.* 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.
- Богатов В.В.* 2001. Роль экстремальных природных явлений в функционировании речных сообществ Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 22–24.
- Лебедева Н.В., Д.А. Кривоулицкий и др.* 2002. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева, М.: Изд-во Науч. и метод. центра. 432 с.
- Леванидов В.Я.* 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Владивосток. С. 104–122.
- Методические рекомендации* по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: методическое пособие. 2003. М.: ВНИРО. 95 с.
- Элиот Дж. М., Дрейк С.М., Тулетт П.А.* 1981. Выбор пробоотборника для бентосных макробеспозвоночных в глубоких реках // Науч. основы контроля качества поверхностных вод по гидробиол. Показателям: тр. II сов.-англ. семинара. Л.: Гидрометиздат. С. 230–245.
- Bloesch J., Peter A., Frauenlob G.* 1998. Effects of technical impacts on alpine stream benthos and fish, and restoration proposals // Verh. / Int. Ver. theor. und angew. Limnol. Vol. 26, N 3. P. 1193–1200.
- Bond N.R., Downes B.J.* 2003. The independent and interactive effects of fine sediment and flow on benthic invertebrate communities characteristic of small upland streams // Freshwater Biol. Vol. 48, N 3. P. 455–465.
- Ciesielka I.K., Bailey R.C.* 2001. Scale-specific effects of sediment burial on benthic macroinvertebrate communities // J. Freshwater Ecol. Vol. 16, N 1. P. 73–81.
- Cooper C.M., Testa S., Shields F.D.* 2001. Stream restoration: Response of benthos to engineered stable riffle / pool habitat // Verh. / Int. Ver. theor. und angew. Limnol. Vol. 27, N 3. P. 1520–1527.
- Gayraud S., Hérouin E., Philippe M.* 2002. Le colmatage mineral du lit des cours d'eau: Revue bibliographique des mécanismes et des consequences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés // BFPP: Bull. fr. pêche et piscicult. P. 365–366.
- Küry D., Zschokke S.* 2000. Short-term consequences of river restoration on macroinvertebrate communities // Mitt. Dtsch. Ges. allg. und angew. Entomol. Vol. 12, N 1–6. P. 237–240.
- Morisita M.* 1996. О влиянии объема выборки на оценки видового разнообразия // Nihon seitai gakkai = Jap. J. Ecol. Vol. 46, N 3. С. 269–289. (Яп.; рез. англ.).
- Schmid-Araya, J.M.* 2000. Invertebrate recolonization patterns in the hyporeic zone of a gravel stream // Limnol. and Oceanogr. Vol. 45, N 4. P. 1000–1005.
- Scrimgeour G.J., Prowse T.D., Culp J.M., Chambers P.A.* 1994. Ecological effects of river ice break-up: a review and perspective // Freshwater Biology. Vol. 32, N 2. P. 261–275.