



## Final report

**Tender:** RFQ\_EMO\_2012-008

**"Study on the Selenga Delta habitat and the health of the benthic zone"**

**Executor:** Irkutsk State University

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Биолого-почвенный факультет

## ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе по теме:  
«Исследование вопросов, связанных с местообитанием и здоровьем  
беитосной зоны в дельте реки Селенги»

Руководитель темы: д.б.н.,  
профессор



А.Н. Матвеев

г. Иркутск  
2012 г.

## Список исполнителей

1. Александров В.Н., ведущий инженер лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 1; 6);
2. Башенхаева Н.В., ведущий инженер лаборатории гидрохимии ЛИН СО РАН (раздел 2.2);
3. Бондаренко Н.А., д.б.н., в.н.с. лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 1; 4; 5)
4. Вишняков В.С., студент биолого-почвенного факультета ИГУ (разделы 1; 4; 5; 7);
5. Вокин А.И., к.б.н., доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии (Введение, разделы 1; 7);
6. Гула М.И., ведущий инженер лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (раздел 6);
7. Доля И.Н., ведущий инженер лаборатории гидрохимии ЛИН СО РАН (раздел 2.2);
8. Зайцева Е.П., к.б.н., м.н.с. лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 2; 6; 9);
9. Зверева Ю.М., студент биолого-почвенного факультета ИГУ (раздел 6);
10. Лухнёв А.Г., ведущий инженер лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 2; 6; 9);
11. Мальник В.В., к.б.н., м.н.с. лаборатории биогеохимии ЛИН СО РАН (разделы 1; 3; 8);
12. Матвеев А.Н., д.б.н., профессор, зав. кафедрой зоологии позвоночных и экологии (Введение, разделы 1; 7; заключение);
13. Непокрытых А.В., к.б.н., н.с. лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 1; 6);
14. Пензина М.М., ведущий инженер лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (раздел 6);
15. Попова О.В., аспирант, ведущий инженер лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 2; 6; 9);
16. Рожкова Н.А., к.б.н., с.н.с. лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 1; 6);
17. Самусенок В.П., к.б.н., доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии; (Введение, разделы 1; 7);
18. Сезько Н.П., ведущий инженер лаборатории гидрохимии ЛИН СО РАН (раздел 2.2).
19. Тахтеев В.В., д.б.н., профессор кафедры зоологии позвоночных и гидробиологии биолого-почвенного факультета ИГУ;



UNDP-GEF project  
"Integrated Natural Resource Management in the Baikal Basin Transboundary Ecosystem"



Empowered lives.  
Resilient nations.

20. Слугина З.В., к.б.н., с.н.с. лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (раздел 6);
21. Тимошкин О.А., д.б.н., зав. лабораторией биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН (разделы 1 – 6; 9; заключение);
22. Юрьев А.Л., к.б.н., доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии; (Введение, разделы 1; 7).

## Реферат

Отчет 123 с., 1 ч., 94 рис., 3 табл., 65 источников.

ДЕЛЬТА РЕКИ СЕЛЕНГИ, БЕНТОСНАЯ ЗОНА, ГРУНТЫ, МИКРООРГАНИЗМЫ, ВОДОРОСЛИ, МАКРОФИТЫ, ЗООБЕНТОС, БЕНТОСОЯДНЫЕ РЫБЫ, БЕРЕГОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ ДЕТРИТА (БСД), ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ.

Объектом исследований является бентосная зона дельты р. Селенги.

Цель работы - Комплексная, междисциплинарная оценка состояния здоровья бентосной зоны дельты р. Селенга; сезонная динамика, картирование качественных и количественных характеристик бентоса, береговых скоплений разного генезиса (включая естественные для экосистемы и антропогенные) и основных факторов, обуславливающих их развитие (гидрология, гидрохимия), оценка влияния бентосоядных рыб на бентосные организмы.

В отчете приведены результаты междисциплинарных исследований по вопросам, касающимся здоровья бентосной зоны района дельты реки Селенга. Пробы отбирались на протяжении июля, августа, сентября и октября 2012 г. Подробно дается характеристика зообентоса, собранного на 5 станциях основного русла дельты, а также сведения по гидрохимическому составу воды, ферментативным группам микроорганизмов, береговым скоплениям детрита (БСД) и скоплениям твердых бытовых отходов (ТБО). Создан первый атлас грунтов станций отбора проб бентосной зоны дельты реки. Проанализировано питание основных бентосоядных рыб дельты и оценено их влияние на структуру бентосных организмов. Большинство из этих сведений приводятся впервые для указанного района.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Материалы и методы.....	7
2. Картирование станций, описание места отбора проб.....	12
2.1. GPS-координаты; краткое описание станций отбора проб.....	12
2.2. Изменение химического состава воды.....	26
2.3. Изменение уровня воды.....	28
2.4. Скорость течения.....	32
2.5. Атлас грунтов станций отбора проб и общие комментарии о динамике основных факторов среды обитания гидробионтов.....	33
3. Общая микробиология.....	65
4. Водоросли и макрофиты.....	67
5. Береговые скопления детрита (БСД) реки Селенга.....	72
5.1. Предварительные сведения по количественной характеристике различных физиологических групп микроорганизмов в поровых водах лунок из-под БСД.....	83
6. Зообентос дельты р. Селенга.....	84
7. Ихтиология.....	91
8. Твердые бытовые отходы (ТБО) на побережье реки Селенга.....	112
Заключение .....	116
Литература .....	118

## Введение

Бассейн объекта мирового наследия оз. Байкал представляет собой гигантскую трансграничную экосистему, за счет своего наиболее крупного притока р. Селенги, 46% площади которой расположено на территории Монголии. Площадь водосбора реки составляет 447 060 км<sup>2</sup>, из которых 148 060 км<sup>2</sup> (33%) располагается в России и 67% – в Монголии. Бассейн Селенги составляет свыше 80% бассейна Байкала, что определяет важность Монголии для экологического здоровья озера в долгосрочной перспективе. Река Селенга при впадении в озеро Байкал представляет собой крупнейшую в мире пресноводную дельту, занимающую территорию в 680 км<sup>2</sup> и в значительной мере определяющую чистоту байкальских вод за счет протекающих в ней интенсивных процессов самоочищения и седиментации. Основными угрозами как для всего бассейна оз. Байкал в целом, так и для бассейна р. Селенги являются изменения климата, развитие промышленности и увеличение объемов поступления загрязняющих веществ, разрушение местообитаний и сокращение биоразнообразия, проникновение чужеродных видов и их натурализация.

Несмотря на значительный массив знаний, накопленных за более чем столетний период исследований различных компонентов экосистем Байкала и Селенги, он является недостаточным для анализа процессов, протекающих в них в настоящее время, в период значительных климатических изменений и возрастающего антропогенного воздействия. Все это определяет насущную необходимость работ по исследованию вопросов, связанных с местообитанием и здоровьем бентосной зоны в дельте реки Селенги.

В отчете приведены результаты междисциплинарных исследований по вопросам, касающимся здоровья бентосной зоны района дельты реки Селенга. Пробы отбирались на протяжении июля, августа, сентября и октября 2012 г. Подробно дается характеристика зообентоса, собранного на 5 станциях основного русла дельты, а также сведения по гидрохимическому составу воды, ферментативным группам микроорганизмов, санитарной микробиологии, береговым скоплениям детрита (БСД) и скоплениям твердых бытовых отходов (ТБО). Создан первый атлас грунтов станций отбора проб бентосной зоны дельты реки. Проанализировано питание основных бентосоядных рыб дельты и оценено их влияние на структуру бентосных организмов. Большинство из этих сведений приводятся впервые для указанного района.

## 1. Материалы и методы исследований

Полевой сбор материала по проекту проводился с 16 по 20 июля, с 23 по 29 августа, 20 по 26 сентября и с 20 по 26 октября 2012 г. Экспедиции базировались на стационаре ФГБУ «Байкалрыбвод» в пос. Мурзино (рис. 1.1). Для отбора проб по гидрохимии, микробиологии и зообентосу в дельте р. Селенги нами были выбраны 5 станций отбора, относительно равномерно распределенных вдоль основного русла реки и прилегающих к нему проток (подробное описание станций приведено ниже) (рис. 1.2).



Рис. 1.1. Стационар ФГБУ «Байкалрыбвод» в пос. Мурзино и маломерный флот стационара, использовавшийся при отборе проб

Выбор в качестве объектов мониторинга проток южной группы дельты определялся, в первую очередь, их наиболее значительным вкладом в общий объем стока реки (до 65% в летнее время и до 95% в зимнее), во-вторых, их расположением в наиболее населенной и освоенной части дельты, и лишь в последнюю очередь их близостью и доступностью для исследования. Расстояние между двумя наиболее удаленными станциями (станция 2, напротив



Рис. 1.2. Карта-схема отбора проб в районе дельты реки Селенга

дер. Мал. Колесово и станция 3, авандельта Селенги) составляло 26–30 км. Точные географические координаты точек отбора проб были зафиксированы с помощью портативных приборов спутниковой навигации системы GPS (табл. 1).

На выбранных точках были установлены датчики дистанционного слежения за температурой воды и воздуха, фиксирующие данные в течение всего периода работ.

Работы по отбору проб осуществлялись с моторных лодок сотрудников стационара.

Комплексные гидрохимические и гидробиологические исследования в дельте р. Селенга проведены в июле - октябре 2012 г. Отбор проб воды проводился в реперных точках: в нижнем течении реки и протоках ее дельты. Пробы на химический анализ фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Химический анализ выполнен общепринятыми в гидрохимии пресных вод методами (Руководство..., 2009; Барам и др., 1999; Wetzel, Likens, 1991). Определение катионов выполнено атомно-абсорбционным и пламенно-эмиссионным методами. Относительная погрешность составляет 2-3 %; анионов – методом ВЭЖХ, относительная погрешность – 5-10 %. Определение биогенных элементов выполнено колориметрическим методом: фосфаты – относительная погрешность метода –  $\pm 1,5$  %, аммонийный азот –  $\pm 4-5$  %, нитритный азот –  $\pm 3-5$  %, нитратный азот – 4 %. Достоверность полученных результатов концентраций биогенных элементов проверялась регулярным проведением контроля качества анализов в рамках международной программы EANET по тестированию стандартных образцов поверхностных вод. Измеренные концентрации главных ионов контролировали путем расчета ошибки ионного баланса (R1) и ошибки сравнения рассчитанной и измеренной удельной электропроводности (R2).

При изучении микроорганизмов на селективных средах использовались пластиковые чашки Петри диаметром 90 мм, 5 видов селективных сред для разных физиологических групп микроорганизмов (мясо-пептонный агар, среда с неорганическим фосфатом, крахмальный агар, молочный агар, среда Ваксмана с сахарами), дозаторы на 1 мл, пластиковые наконечники, спиртовка. Также в работе использовалась фильтровальная установка, нитроцеллюлозные фильтры диаметром 47мм и размером пор 0.45 мкм, мясо-пептонный агар для выявления ОМЧ, среда Эндо для выявления бактерий группы кишечной палочки, среда Сланца-Бартли для выявления энтерококков, термостаты на 37°C и 44°C. Для санитарно-бактериологической оценки использованы общепринятые критерии: ОМЧ – общее микробное число, эта группа является чувствительным индикатором вторичного загрязнения, ПДК – не более 50 кл. в 1 мл; численность энтерококков – показатель фекального загрязнения – отсутствие в источниках питьевого и рекреационного назначения. Пробы воды отбирали согласно общепринятым методам в водной микробиологии [Романенко, Кузнецов, 1974]. Определение общего микробного числа (ОМЧ) мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов проводили на мясопептонном агаре (МПА), посевы экспонировали при 37 °С в течение 24 ч [МУК 4.2.1884 – 04, 2005].

Результаты представляли числом колониобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл исследуемой пробы воды. Выявление и идентификацию бактерий рода *Enterococcus* проводили по методике, предложенной [МУК 4.2.1884-04] и [EN ISO 7899-2: 2000, 2000]. Результаты представлены числом колониобразующих единиц (КОЕ) в 100 мл исследуемой пробы.

Пробы макроводорослей были отобраны в июле и августе 2012 г. в дельте реки на 4-х из 5 станций, описания которых приведены ниже. Для обработки проб применялись методы, традиционно применяемые в гидробиологии (Киселев, 1956).

При отборе дночерпательных проб лодка была прочно заякорена. Пробы зообентоса отбирались минимум, в 4 повторностях, на каждой из 5 станций (в октябре из-за погодных условий пробы не отобраны на 3 точке), дночерпателем Петерсена с площадью захвата 1/40 м<sup>2</sup>. Три дночерпательных пробы использовались для характеристики макрозообентоса; одна проба отбиралась на мейзообентос. Все пробы вначале фиксировались в 70<sup>0</sup> спирте, затем переводились в 4% формалин. С целью исключения влияния фактора разного грунта на биологические характеристики донных сообществ, все пробы были сфотографированы сразу после поднятия грунта и после его промывки. Промывка проб на анализ макрозообентоса проводилась сразу же, через сачок с ячейей 390 мкм, мейзообентосные пробы промывались через сачок с размером ячеей 110 мкм. Следует отметить, что характер грунта, взятого дночерпателем в одной и той же точке на станциях 3, 2 и 5 в разные месяцы мог кардинально меняться. В этом случае данная проба либо не входила в 3 «отчетные» повторности и анализировалась отдельно, либо отбраковывалась. Именно фактором крайней изменчивости дна на протяжении периода исследований обусловлено создание подробного атласа грунтов бентосной зоны в точках отбора дночерпательных проб (см. раздел 2.5). Отбор продолжался вплоть до получения трех проб с более или менее однотипным грунтом. Всего было отобрано и проанализировано 69 бентосных проб. Обработку и анализ проб проводили по общепринятой методике (Методические рекомендации..., 1984).

На каждой из указанных станций с отдельной лодки отбирались пробы на гидрохимический анализ, а также пробы поверхностной воды для подсчета общей численности микроорганизмов и санитарно-микробиологические пробы воды и грунта.

Отлов рыб осуществлялся мальковым неводом длиной 20 м и порядком ставных сетей ячейей от 14 до 50 м общей длиной в постановке 300 м, который последовательно выставлялся в старице реки близ стационара в пос. Мурзино, в верхней, средней и нижней частях дельты в непосредственной близости от мест отбора проб зообентоса. Анализ уловов, биологические показатели рыб и их питание анализировались отдельно по каждому участку

дельты в соответствии с общепринятыми в ихтиологии методами (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Методическое пособие по изучению ..., 1974).

Фотографии для данного отчета выполнены О. А. Тимошкиным (если не отмечены особо).

*Исследовательский коллектив выражает благодарность коллективу стационара, оказавшему неоценимую помощь при отборе проб: нач. стационара В. А. Перевозникову, технику А. В. Перевозникову, вед. рыбоводу А. И. Благодетелеву, нач. Байкало-Селенгинского филиала ФГБУ «Байкалрыбвод» С. В. Чащину. Большую помощь в технической подготовке отчета нам оказала к.б.н. Потапская Н.В.*

## 2. Картирование станций, описание места отбора проб

### 2.1. GPS-координаты; краткое описание станций отбора проб

Станции отбора бентосных проб относительно равномерно распределены вдоль южной части дельты р. Селенги (рис. 1.2). Отбор производился на пяти станциях, координаты и названия которых приведены в табл. 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Характеристика станций отбора проб зообентоса

Название станций	Координаты станций
№ 1: протока Гусевская	N: 52 11. 817'; E: 106 29. 732'
№ 2: протока Шустиха	N: 52 08. 000'; E: 106 33. 944'
№ 3: авандельта (Байкал)	N: 52 17. 508'; E: 106 16. 318'
№ 4: низовье Селенги	N: 52 16. 986'; E: 106 16. 781'
№ 5: протока Перетаска	N: 52 13. 046'; E: 106 23. 694'

**Станция 1 (протока Гусевская)** расположена напротив стационара Байкалрыбвода в пос. Мурзино (рис. 2.1.1; 2.1.4; 2.1.7; 2.1.11; 2.3.3). Протока может изменять направление течения вплоть до противоположного. В июле направление течения соответствовало общему направлению течения основного русла реки. Станция отбора проб располагалась примерно в 30 м от основного русла реки у левого (в августе ставшего правым) берега протоки. Глубина отбора проб на протяжении сезона сильно варьировала; с июля по октябрь, соответственно: 1,4 – 1,6 – 0,7 – 0,5 м. В июле грунт в пробах был однотипным – серовато-черный ил с примесью песка и детритом (рис. 2.5.1). Грунт проб, взятых в сентябре, можно охарактеризовать как мелкозернистый песок с примесью среднезернистого песка и мелкодисперсного растительного детрита (рис. 2.5.6–2.5.7). В октябрьских пробах значительную часть примесей составляли галька, детрит, иногда – среднезернистый песок (рис. 2.5.11–2.5.18). С достаточной степенью вероятности эту протоку можно считать типичным участком дельты реки, а зообентосные сообщества – достаточно характерными для десятков подобных протоков, изобилующих в районе дельты. Взято 14 дночерпательных проб (здесь и далее количество проб указано соответственно, по месяцам отбора: 3, 3, 3, 5). Температура поверхностного слоя воды (здесь и ниже приведена с июля по октябрь, соответственно) составила: 20,3 → 14,7 → 13,7 → 2,7 °С. Значения электропроводности и pH в поверхностном слое воды приводим последовательно, по месяцам, с июля по октябрь (ряд температурных значений, при которых эти параметры были измерены, приведены выше): 121,6–122,5 μS/cm; pH 7,88 → 152,8 μS/cm; pH 8,26 → 157,9 μS/cm; pH 8,66 → 176,1 μS/cm; pH 8,5. Общие тенденции изменения электропроводности и других гидрохимических показателей на протяжении срока исследований, кратко даны в разделе 2.2.

**Станция 2 (протока Шустиха)** расположена в верхнем участке дельты напротив дер. Мал. Колесово в 10 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки, возле левого берега (на стремнине) (рис. 2.1.2; 2.1.5; 2.1.8; 2.1.12; 2.1.13; 2.3.2). Глубина отбора проб по месяцам варьировала следующим образом: (1,8–2,1) – (1,9–2,1) – 1,2 – 0,7 м. Грунт однотипный – заиленный песок с примесью гравия, гальки (рис. 2.5.2). Иногда крупные фракции представлены примесью дресвы и щебня. Без сомнения, значительная составляющая илистой фракции в этом месяце попадала в русло с быстро размываемых берегов, так как в сентябрьских пробах (когда уровень воды значительно упал) илистая фракция практически отсутствовала. В сентябрьских пробах присутствовал чистый крупнозернистый песок (рис. 2.5.8–2.5.10). Грунт октябрьских проб весьма существенно отличался от указанного выше. Его можно охарактеризовать как гравий, крупнозернистый песок с примесью гальки, ила и детрита (рис. 2.5.19–2.5.24). Отобрано 15 дночерпательных пробы (3, 3, 4, 5). Температура поверхностного слоя воды последовательно уменьшалась следующим образом: 19,0 – 15,2 – 13,3 – 3,6 °С. Значения электропроводности и pH в поверхностном слое воды по месяцам: 117  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 7,88 → 151,9  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8,28 → 155,8  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8,58 → 172,7  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8,29.

**Станция 3 (авандельта Селенги – открытый Байкал)** расположена примерно в 0,5 км вглубь озера от репера МЧС «Байкал» (рис. 2.1.3). В отличие от всех станций, расположенных в самой дельте реки, глубина отбора проб в авандельте варьировала в узких пределах 1,1–1,8 м. Взято 11 дночерпательных проб (4, 3, 4, 0 – погодные условия не позволили отобрать пробы в октябре). Грунт, поднятый дночерпателем, различался. В июле месяце, в пробах №№ 2–4 он был однотипным – мелкозернистый, серовато-желтый песок практически без примеси ила и детрита (рис. 2.5.3). В пробах 1 и 5 – практически чистый ил с примесью крупного растительного детрита. Температура поверхностного слоя воды уменьшалась следующим образом: 19,2–19,3 – 14,9 – 13,5 – ? °С. Электропроводность и pH в поверхностном слое воды: 118  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 7,86 → 152,9  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8,17 → 154,9  $\mu\text{S/cm}$ ; pH 8,42 → ?.

**Станция 4 (низовье Селенги)** расположена вблизи устья, возле правого берега основного русла реки (рис. 2.1.9) на стремнине. Глубина отбора проб также не сильно изменялась и составляла 2,5 – 3,3 м. В июльских пробах грунт был однотипным – чистый песок без примеси ила и детрита (рис. 2.5.4). В грунте октябрьских проб появилось довольно много мелкодисперсного растительного детрита (рис. 2.5.25–2.5.28). Взято 13 дночерпательных проб (3, 3, 4, 3). За период исследований температура поверхностного слоя воды уменьшалась следующим образом: 19,6 – 14,4 – 13,4 – 2,4 °С. Электропроводность и pH

в поверхностном слое воды: 118,2  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 7,88  $\rightarrow$  154,3  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,17  $\rightarrow$  115,0  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,55  $\rightarrow$  174,5  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,44.

**Станция 5 (протока Перетаска)** (рис. 2.1.10). Взято 12 дночерпательных пробы (3, 3, 3, 3). Глубина отбора проб варьировала в пределах 1,8 – 1,1 м. Грунт в июльских пробах был также однотипным – мелкозернистый заиленный песок с примесью гравия (рис. 2.5.5). В октябре его состав практически не изменился (рис. 2.5.29–2.5.32). Температура поверхностного слоя воды уменьшалась следующим образом: 20,0 – 14,8 – 13,5 – 2,3 °С. Электропроводность и рН в поверхностном слое воды: 118,3  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 7,93  $\rightarrow$  153,4  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,2  $\rightarrow$  156,4  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,68  $\rightarrow$  175,2  $\mu\text{S/cm}$ ; рН 8,46.

Таким образом, расположение станций (верхняя часть, середина и низовья дельты, поперечные протоки, авандельта) и тип грунтов на них (ил с детритом, чистые ил и песок, заиленный песок, песок с гравием) достаточно полно отражают разнообразие биотопов этого участка реки.



Рис. 2.1.1. Протока Гусевская (станция 1). Общий вид протоки и место отбора проб (отмечено стрелкой).



Рис. 2.1.2. Протока Шустиха (станция 2): затопленные заросли ивы.



Рис. 2.1.3. 19 июля 2012 г., авандельта р. Селенга, отбор проб на станции 3.



Рис. 2.1.4. 21 сентября 2012 г. Станция № 1. Протока Гусевская после падения уровня воды. Средняя глубина протоки около 1 м. Глубина отбора проб 0.7 м.

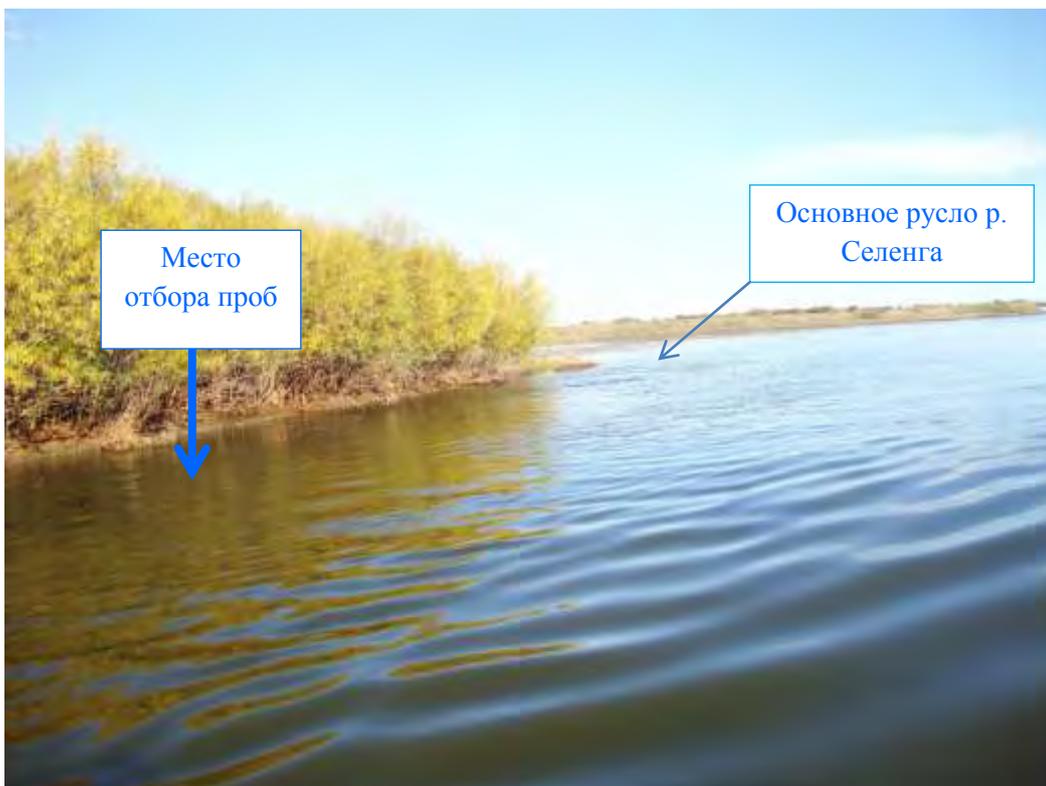


Рис. 2.1.5. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха после падения уровня воды, левый берег. Глубина отбора проб 1.2 м.

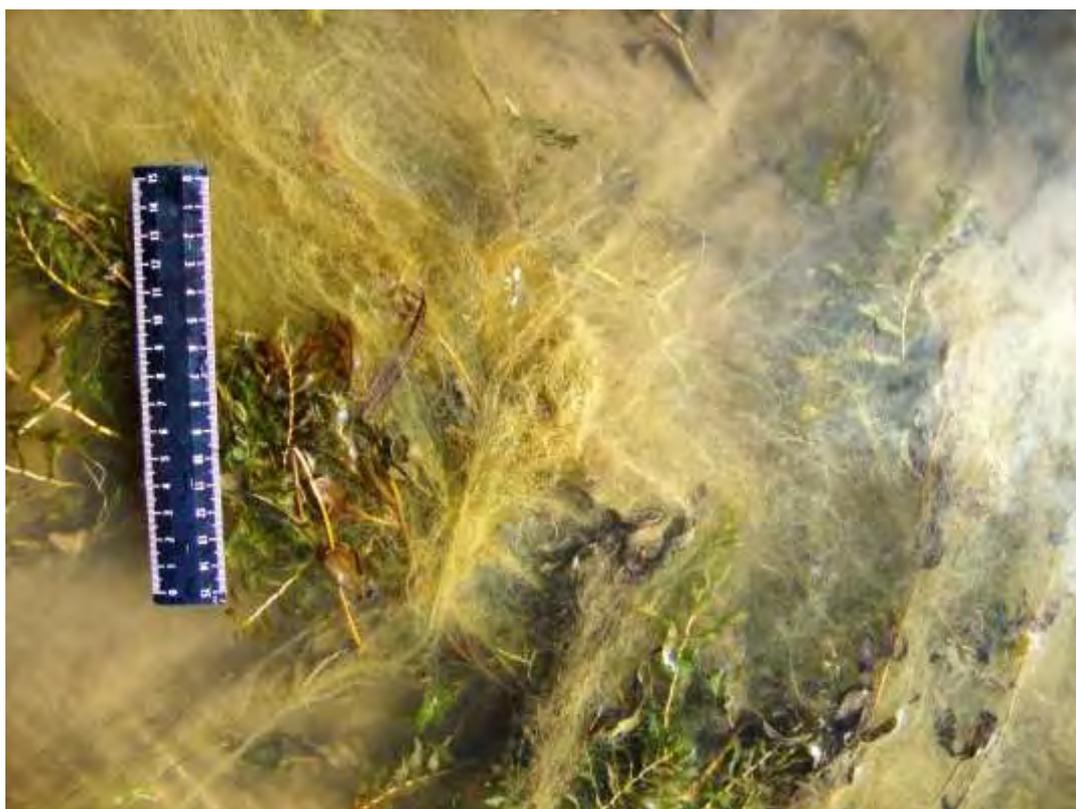


Рис. 2.1.6. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха после падения уровня воды, правый берег. Массовое развитие нитчаток рода *Cladophora* на рдестах и илистом дне.



Рис. 2.1.7. 17 октября 2012 г. Станция 1. Вид протоки Гусевская после падения уровня воды.



Рис. 2.1.8. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха, левое побережье, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки (указано стрелкой).



Рис. 2.1.9. 17 октября 2012 г. Станция 4. Низовье р. Селенга, несколько сот метров до места впадения основной протоки в открытый Байкал.



Рис. 2.1.10. 17 октября 2012 г. Станция 5. Возле протоки Перетаска. Место отбора проб.



Рис. 2.1.11. 17 октября 2012 г. Станция 1. Вид протоки Гусевская: масштаб обмеления и место отбора проб в октябре. Средняя глубина протоки – около 0.3 м, глубина отбора проб 0.7 м.



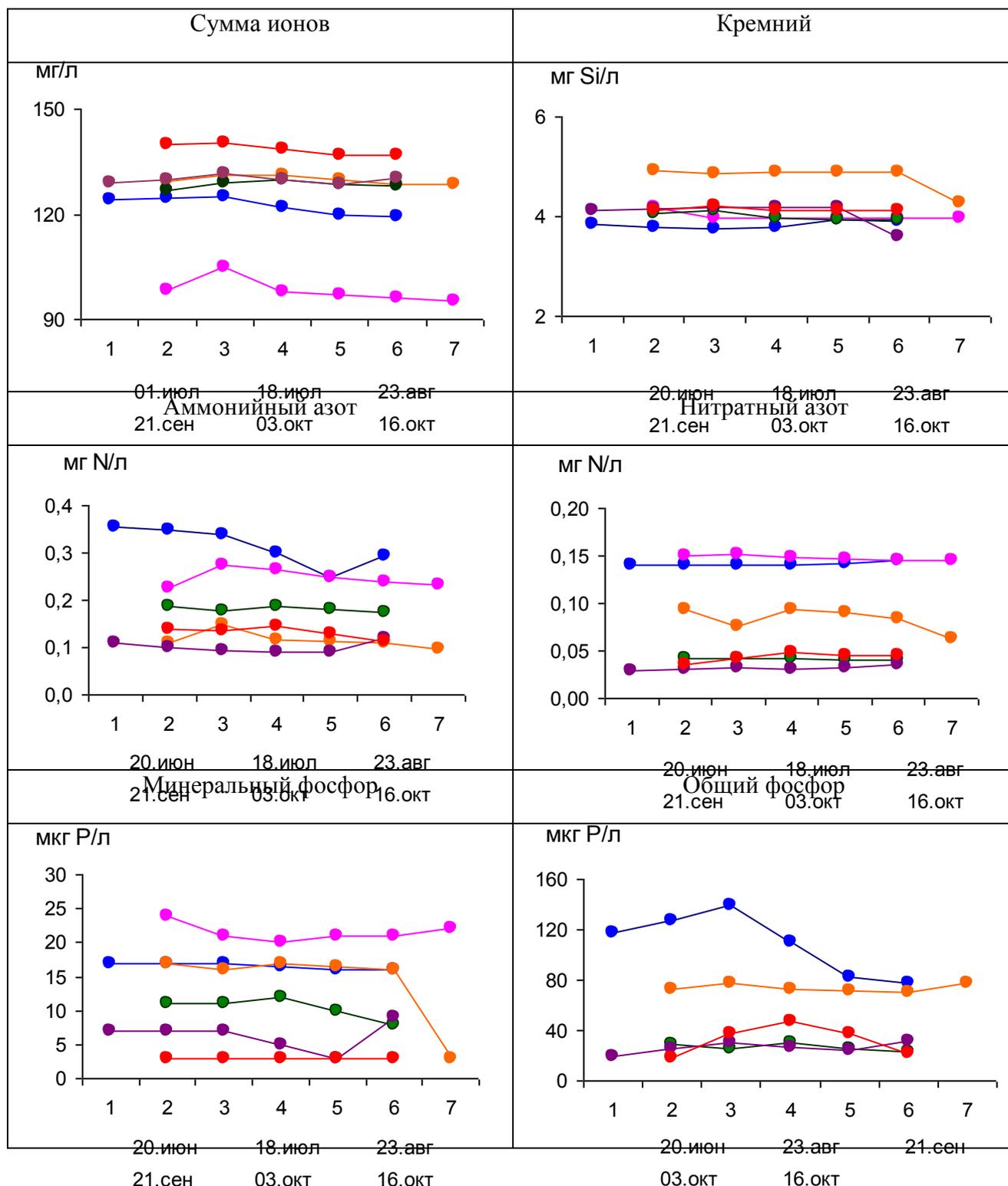
Рис. 2.1.12. 16 октября 2012 г. Станция 2. Внешний вид сильно обмелевшей протоки Шустиха реки Селенга, вид вниз по течению, место отбора проб, возле левого побережья протоки. Протока настолько обмелела, что виден дночерпатель, лежащий на дне. Глубина отбора проб всего лишь 40 – 50 см.



Рис. 2.1.13. 16 октября 2012 г. Станция 2. Внешний вид сильно обмелевшей протоки Шустиха реки Селенга, видны отмели с правого берега, вид – вверх по течению.

## 2.2. Изменение химического состава вод

В 2012 г. наиболее подробные исследования были проведены по протоке Харауз, которая является главной, по ней проходит основной сток р. Селенги. Наблюдения были проведены на 7 станциях, характеризующих изменение химического состава вод от входа в дельту до поступления в оз. Байкал (авандельта – 0,5 км от устья протоки Харауз) (рис. 2.2.1).



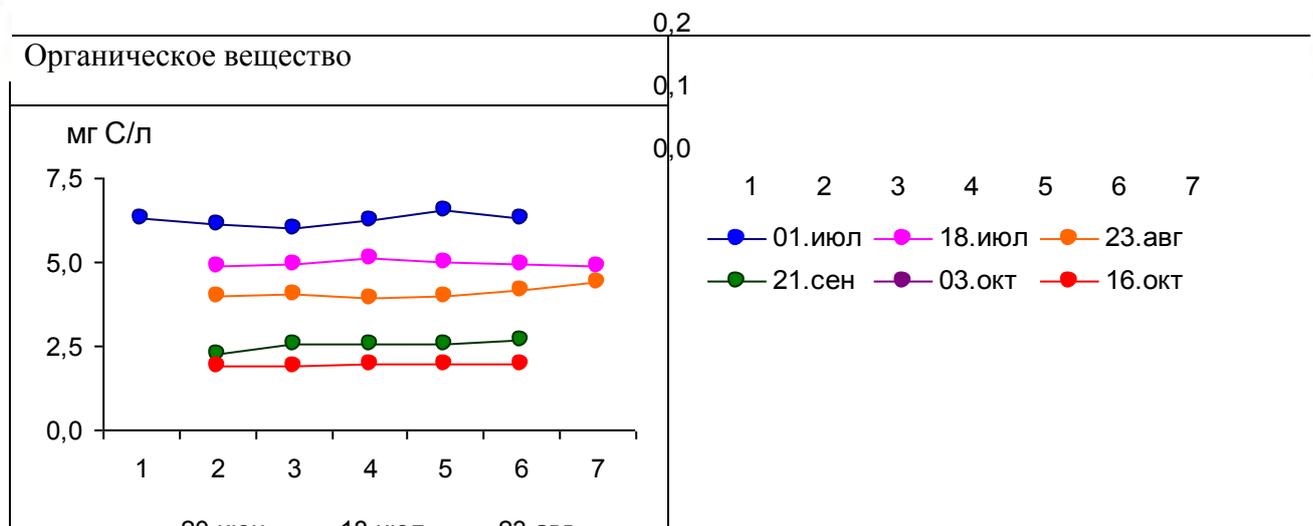


Рис. 2.2.1. Изменение химического состава воды по длине протоки Харауз (Кабанск - Устье), 2012 г.

1-пос. Кабанск, 2- пос. М. Колесово, 3-пос. Мурзино, 4- выше о. Сорокоустовский, 5-выше о. Семеновский, 6-устье прот. Харауз, 7- авандельта (0,5 км от устья)

Температура воды в период наблюдений изменялась от 7,3 до 21,4 °С, пониженные значения отмечены в осенний период. На входе в дельту (пос. Мурзино) независимо от сезона температура воды на 1-1,5 °С ниже, чем в центральной части проток и на выходе. Так, температура воды в июле изменялась от 19,4 до 22,4 °С. Пониженная температура (19,4 °С) отмечена на входе в дельту, по мере продвижения и снижения скорости течения она постепенно повышалась, равняясь в центральной части 20,4-20,6 °С, а в устье Харауза 21,4 °С.

Концентрация растворенного кислорода изменялась от 7,4 до 11,4 мг/л, или от 86 до 107 % насыщения. Повышенное содержание кислорода отмечено в осенний период, что обусловлено увеличением растворимости при понижении температуры воды. Наиболее высокое содержание кислорода было в отдельных районах дельты, заросших водной растительностью, где оно достигало 16,7 мг/л (196 % насыщения).

Величина рН воды изменялась от 7,22 до 8,33. Динамика рН зависит от многих факторов: поступления с водосбора осадков с низкой кислотностью, повышенного содержания органических веществ, поглощения CO<sub>2</sub> фитопланктоном и др. В июле 2012 г величина рН воды была заметно ниже, чем в октябре, что связано с повышенной водностью в июле из-за прошедших дождей, поступления с водосбора органических веществ и более высокими концентрациями диоксида углерода при низком уровне развития фитопланктона. В октябре ситуация изменилась, понизилась водность, активизировалось развитие фитопланктона, как следствие, увеличилось поглощение CO<sub>2</sub>, способствуя повышению величины рН.

Как видно из полученных результатов (рис. 2.2.1) существенных изменений суммы ионов, концентраций биогенных элементов и органического углерода по длине протоки Харауз не наблюдалось. Установлено, что сумма ионов независимо от сезона и водности остается близкой на всех станциях по длине протоки Харауз (рис. 2.2.1). При этом хорошо видно, что в условиях повышенной водности в июле сумма ионов была наиболее низкой. Основные изменения биогенных элементов и органического вещества в период наблюдений в 2012 г. определялись динамикой водного стока (рис. 2.2.1). Снижение концентраций азота кремния и минерального фосфора на станции 7, находящейся на Селенгинском мелководье в 0,5 км от устья протоки Харауз говорит о том, что в Байкале в этот период концентрации данных компонентов были ниже, чем в речных водах. Анализируя полученные результаты можно сказать, что химический состав вод в озерах дельты, заросших водной растительностью мелководьях и заводях несколько отличается от состава воды главных протоков дельты.

В соответствии с классификацией (Жукинский и др., 1981), качество воды в протоках по содержанию биогенных элементов и органического вещества в основном относится к разряду “достаточно чистая” и “умеренно загрязненная”. Концентрации минерального и общего фосфора в воде р. Селенги и протоках характерны для мезо- и эвтрофных водоемов.

### **2.3. Изменение уровня воды**

На рисунках 2.3.1 – 2.3.3 наглядно представлена амплитуда изменения уровня воды на станциях отбора проб с июля по октябрь 2012 г. Дополнительные сведения можно получить из фотографий станций отбора проб, помещенных в разделе 2.1. Очевидно, что в протоках глубина отбора проб менялась весьма существенно, иногда – в 2 и даже 3 раза. Наоборот, в авандельте Селенги и участке, прилегающем к ней, глубина варьировала в узких пределах.

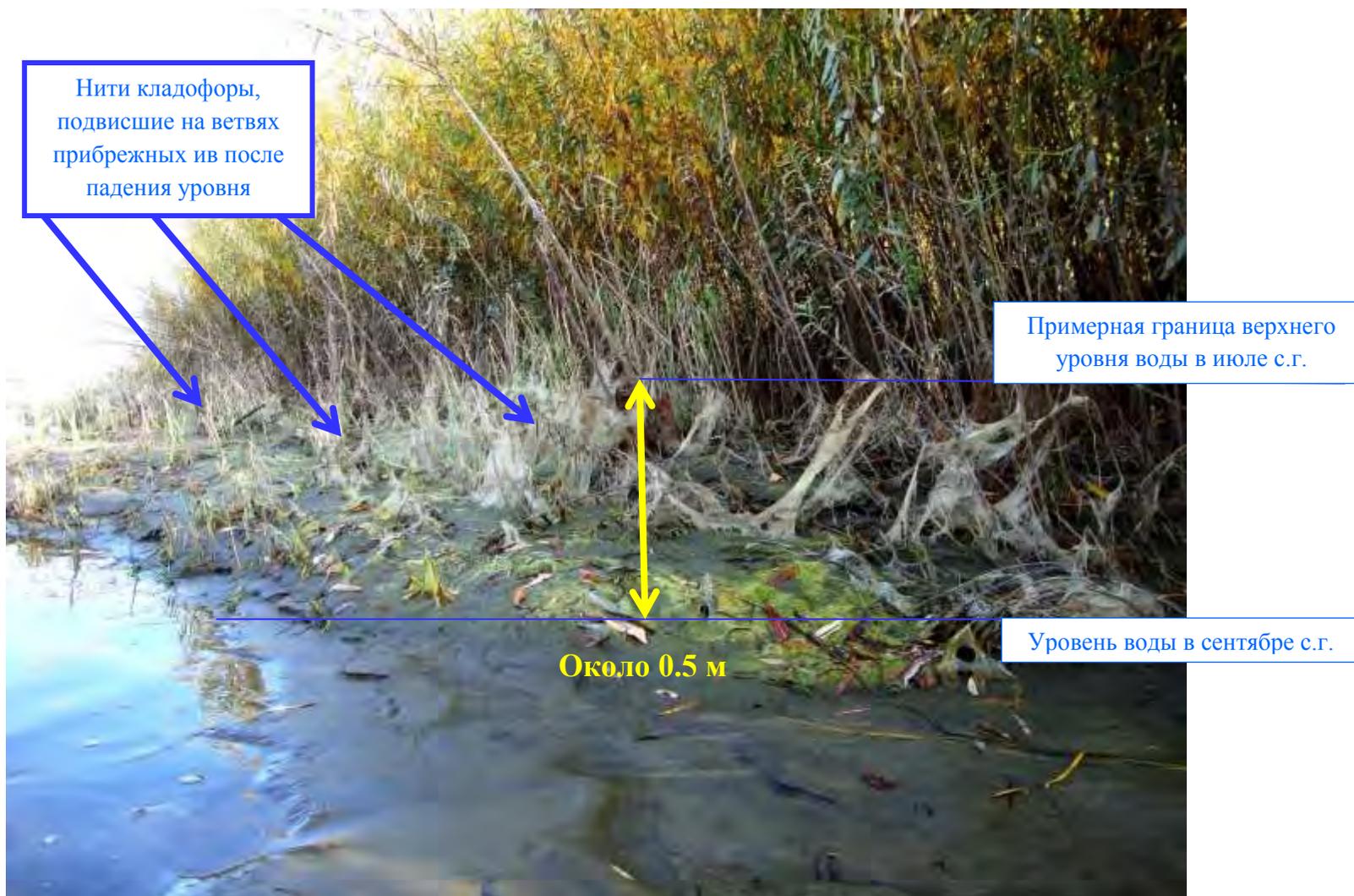


Рис. 2.3.1. 21 сентября 2012 г. Протока Шустиха после падения уровня воды, правый берег. Береговые скопления детрита (БСД), сформировавшиеся в результате массовой вегетации зеленых макрофитов рода *Cladophora* с небольшой примесью представителей рода *Oedogonium* (определение В.С. Вишнякова). Количественным характеристикам этих БСД и описанию водорослей посвящен отдельный раздел отчета.



Рис. 2.3.2. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха после падения уровня воды, левый берег.

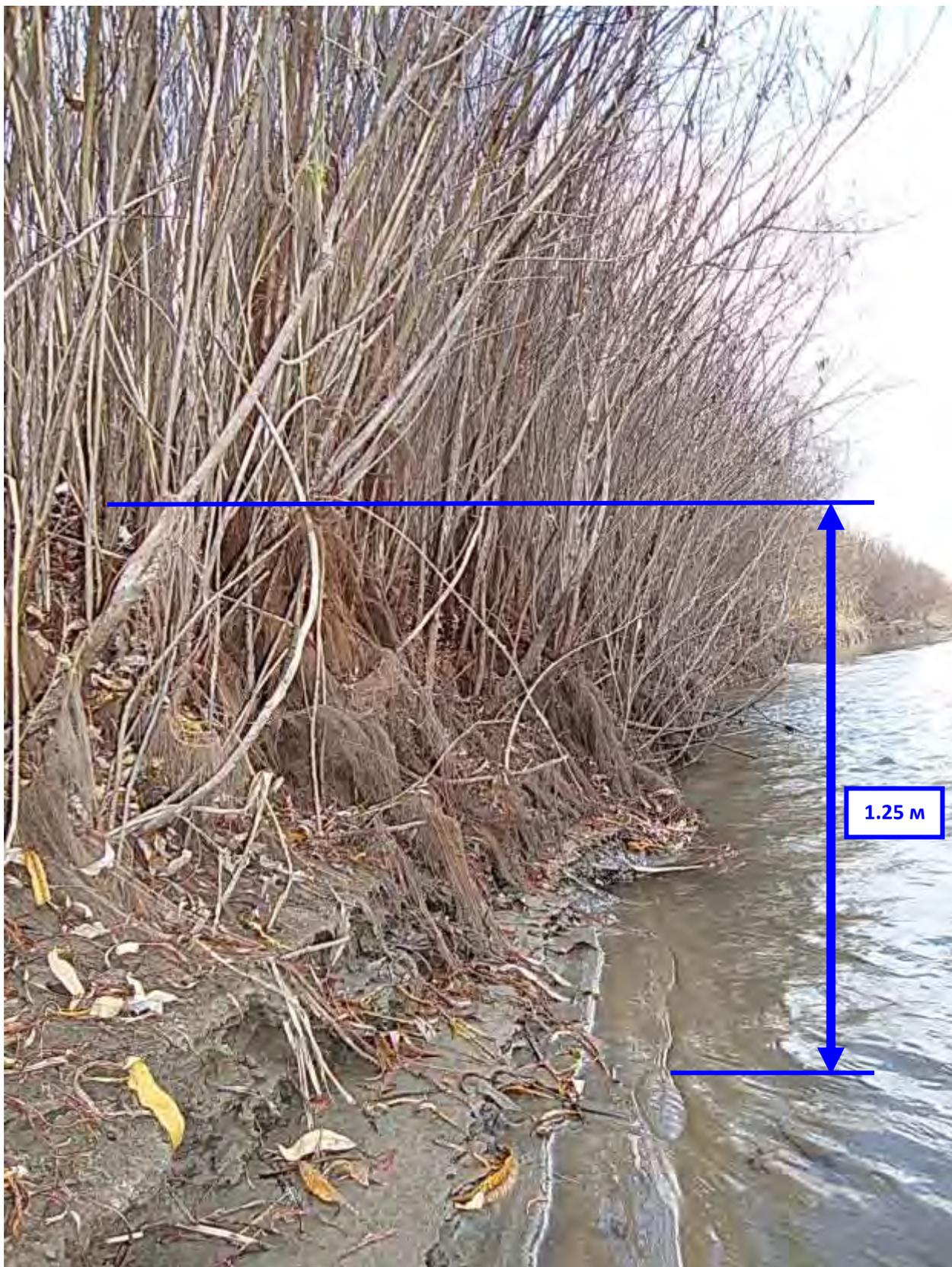


Рис. 2.3.3. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская р. Селенга. Направление течения в протоке такое же, как и в сентябре (в сторону основного русла). Голубой стрелкой показана разница между максимальным (середина лета) и октябрьским уровнем воды в протоке, составляющая 1.25 м.

## 2.4. Скорость течения

Как выяснилось, скорость течения от августа к октябрю снижалась на всех станциях. Высокая скорость отмечена в низовьях реки на станции № 4 (0,6 м/с в августе и 0,32 в октябре) и в узкой Гусевской протоке (0,52 в августе и 0,44 в октябре). На станции № 2 скорости течения минимальны: в августе 0,34 м/с, и в октябрю вода в данном месте оказалась стоячей.

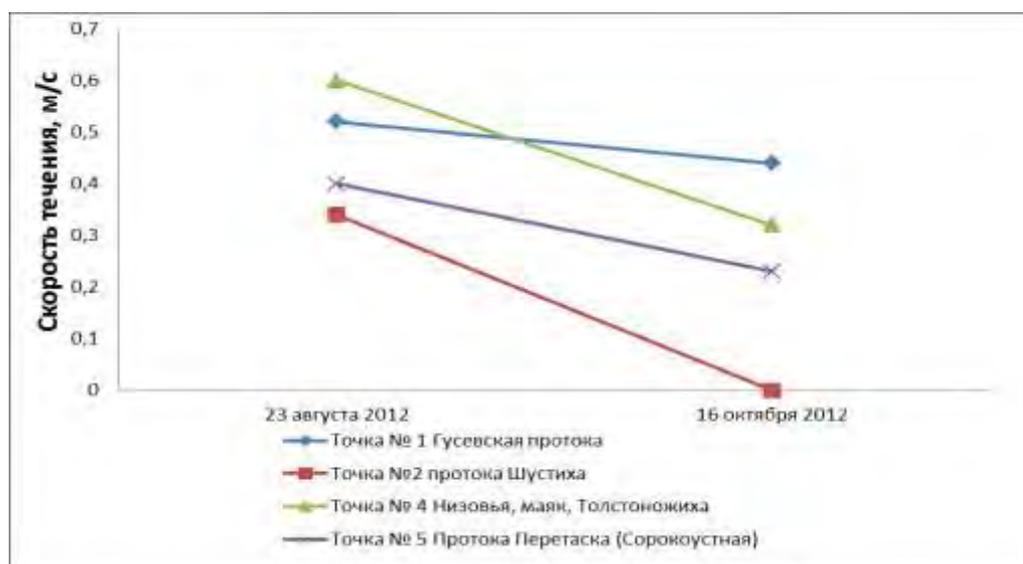


Рис. 2.4.1. Изменение скорости течения на четырех стандартных станциях наблюдений за период с августа по октябрь 2012 г.

## 2.5. Атлас грунтов станций отбора проб и общие комментарии о динамике основных факторов среды обитания гидробионтов

Река Селенга в исследуемый нами период «демонстрировала» резкие колебания основных абиотических параметров, обуславливающих жизнь гидробионтам. Во-первых, уровень воды в реке был максимальным за последние примерно 14 лет. Отбор проб в июле пришелся как раз на период максимального уровня воды. Далее, постепенно он начал снижаться. Как показано на рис. 2.3.3, судя по косвенным фактам (высота распространения водных макрофитов на прикорневых участках прибрежных ив, которые в июле месяце были затоплены водой), в сентябре он снизился на полметра (как минимум), а в сентябре, в протоке Гусевская, снизился более чем на 1 м. Во-вторых, протоки могли менять направление стока; именно это мы наблюдали в протоке Гусевская. Сток в июле происходил вправо от основного русла; начиная с августа по сентябрь вода стекала в противоположном направлении, протока впадала в основное русло реки. В-третьих, значительно колебалась скорость течения, постепенно уменьшаясь к осени (см. раздел 2.4). Наконец, на протяжении периода исследований менялся гранулометрический состав грунта и тип дна. Ниже помещены фотографии донных осадков на всех станциях, начиная с июля по октябрь месяц. Причем, фотографии грунта даются вначале до, а потом – после промывки через сачок с ситом определенной ячеи. Чтобы не перегружать отчет еще более, в отчете не приведены сведения о типах грунтов в пробах, собранных в августе месяце. Эти данные могут быть предоставлены дополнительно. Ценность подобного атласа заключается в том, что наглядные изображения типов грунта, во-первых, послужат основой для продолжения исследований бентоса данного района в будущем (особенно, при изучении многолетней динамики качественных и количественных показателей зообентоса). Во-вторых, они помогут интерпретировать уже полученные данные и объяснить разницу в показателях обилия бентоса на одной и той же станции.

Читатель может легко проследить, как менялся тип грунта на станциях отбора проб на протяжении летне-осеннего периода (рис. 2.5.1 – 2.5.32; также – см. раздел 2 и описания станций отбора проб).



Рис. 2.5.1. Отбор бентосных проб на станции 1, 19 июля 2012 г., (слева направо и сверху вниз, соответственно): подготовка дночерпателя к работе, тип грунта на станции 1, промывка грунта.



Рис. 2.5.2. Фотографии грунта из трех дночерпательных проб, взятых на станции 2 (нумерация проб – сверху вниз, соответственно). Правый столбец – грунт после промывки через газ с ячеей 390 мкм. Во всех пробах грунт однотипный – мелко и средне-зернистый заиленный песок с примесью гравия. Совершенно очевидно, что илистая фракция (в виде мелких окатышей) поступила в реку за счет размыва берегов.



Рис. 2.5.3. Грунт из четырех дночерпательных проб со станции 3.

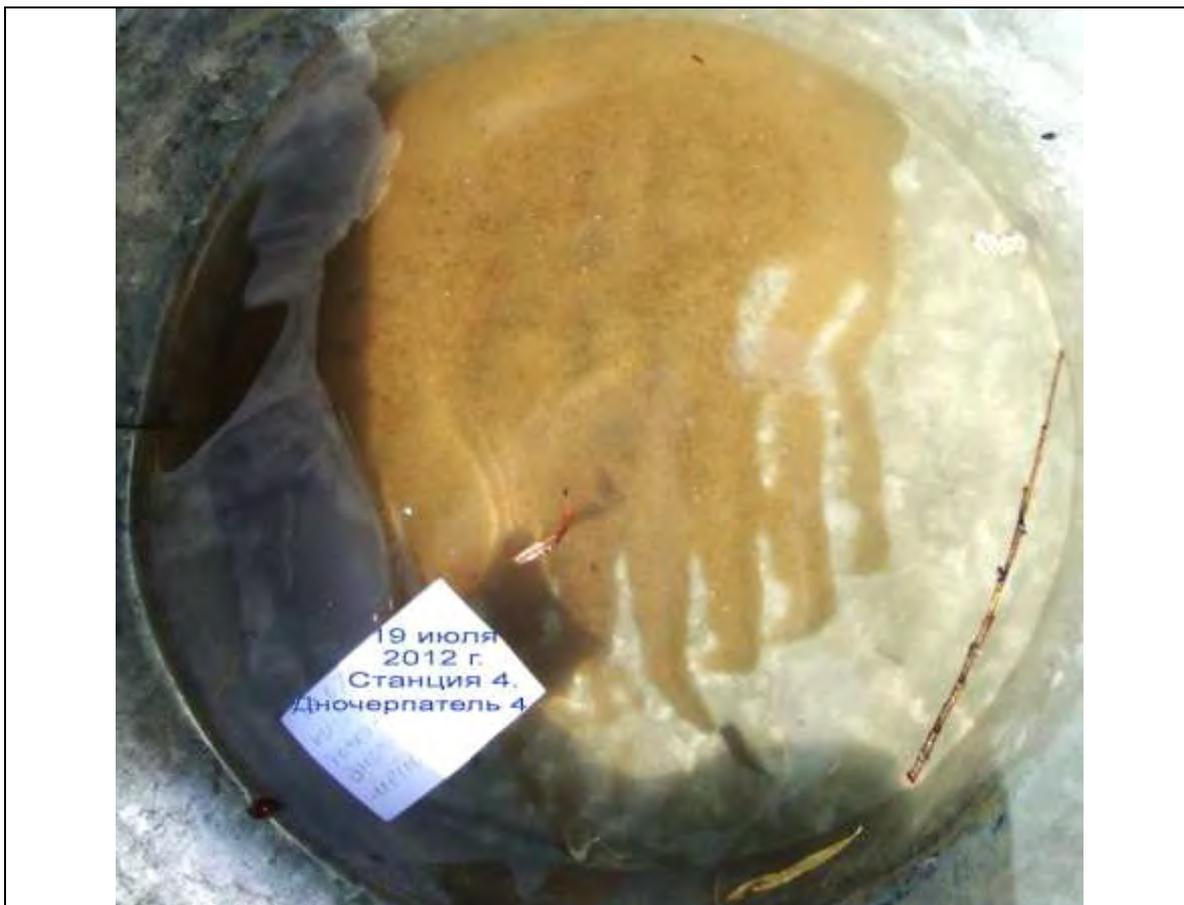


Рис. 2.5.4. Образец грунта, характерный для всех дночерпателей, отобранных на станции 4 (низовье р. Селенги).

The intellectual property rights belong to UNOPS and UNDP, the information should not be used by a third party before consulting with the project.



Рис. 2.5.5. Фотографии грунта из трех дночерпательных проб, взятых на станции 5. Во всех пробах грунт однотипный – мелко и средне-зернистый заиленный песок с примесью гравия. Как и на станции 2, илистая фракция (в виде мелких окатышей), очевидно, поступила в реку за счет размыва берегов.



Рис. 2.5.6. 21 сентября 2012 г. Станция № 1. Протока Гусевская после падения уровня воды. Дночерпатель № 3. Глубина отбора проб 0.7 м. Грунт – мелкозернистый песок с примесью среднезернистого песка и мелкодисперсного растительного детрита. Верхняя фотография сделана до, нижняя - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.7. 21 сентября 2012 г. Станция № 1. Протока Гусевская после падения уровня воды. Дночерпатель № 4. Глубина отбора проб 0.7 м. Грунт – мелкозернистый песок с примесью среднезернистого песка и мелкодисперсного растительного детрита. Фотография сделана до промывки через газ с ячейей 110 мкм.



Рис. 2.5.8. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха. Дночерпатель № 1. Глубина отбора проб 1.2 м. Грунт – чистый крупнозернистый песок. Левая фотография сделана до, две правых - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис.2.5.9. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха. Дночерпатель № 5. Глубина отбора проб 1.2 м. Грунт – чистый крупнозернистый песок. Фотография сделана до промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.10. 21 сентября 2012 г. Станция № 2. Протока Шустиха. Дночерпатель № 3 (левая фотография) и 4. Глубина отбора проб 1.2 м. Грунт – чистый крупнозернистый песок. Две левых фотографии сделаны до, правая – после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.11.17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 1, грунт – ил с примесью мелкодисперсного детрита. Верхнее фото слева и нижнее фото (фрагмент) – до промывки через газ с ячейей 390 мкм, верхнее фото справа – после промывки (мелкодисперсный детрит).





Рис. 2.5.12. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 2, грунт – ил с примесью гравия и мелкодисперсного детрита. Левое фото – до промывки через газ с ячеей 390 мкм, правое фото – после промывки (гравий и детрит).



Рис. 2.5.13. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 3, Верхнее фото – гравий, нижнее фото – мелкодисперсный детрит.





Рис. 2.5.14. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 3, грунт – ил с примесью гравия и мелкодисперсного детрита. Верхнее фото – до промывки через газ с ячеей 390 мкм, нижнее фото – после промывки (гравий и детрит).





Рис. 2.5.15. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 4, грунт – ил с примесью гравия и мелкодисперсного детрита. Верхнее фото – до промывки через газ с ячейей 390 мкм, нижнее фото – после промывки (гравий и детрит).





Рис. 2.5.16. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 5, грунт – ил с примесью гравия и детрита. Фотографии сделаны до промывки через газ с ячейей 390 мкм. , нижнее фото – после промывки (гравий и детрит).



Рис. 2.5.17. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 5, грунт – ил с примесью гравия и детрита. Фотографии сделаны после промывки через газ с ячеей 390 мкм (гравий и детрит).



Рис. 2.5.18. 17 октября 2012 г. Станция 1. Протока Гусевская реки Селенга. Дночерпатель 6, грунт – ил с примесью гравия и детрита. Верхняя фотографии сделаны до, нижние – после промывки через газ с ячейей 110 мкм, на мейзообентос (гравий, слева и мелкодисперсный детрит, справа).

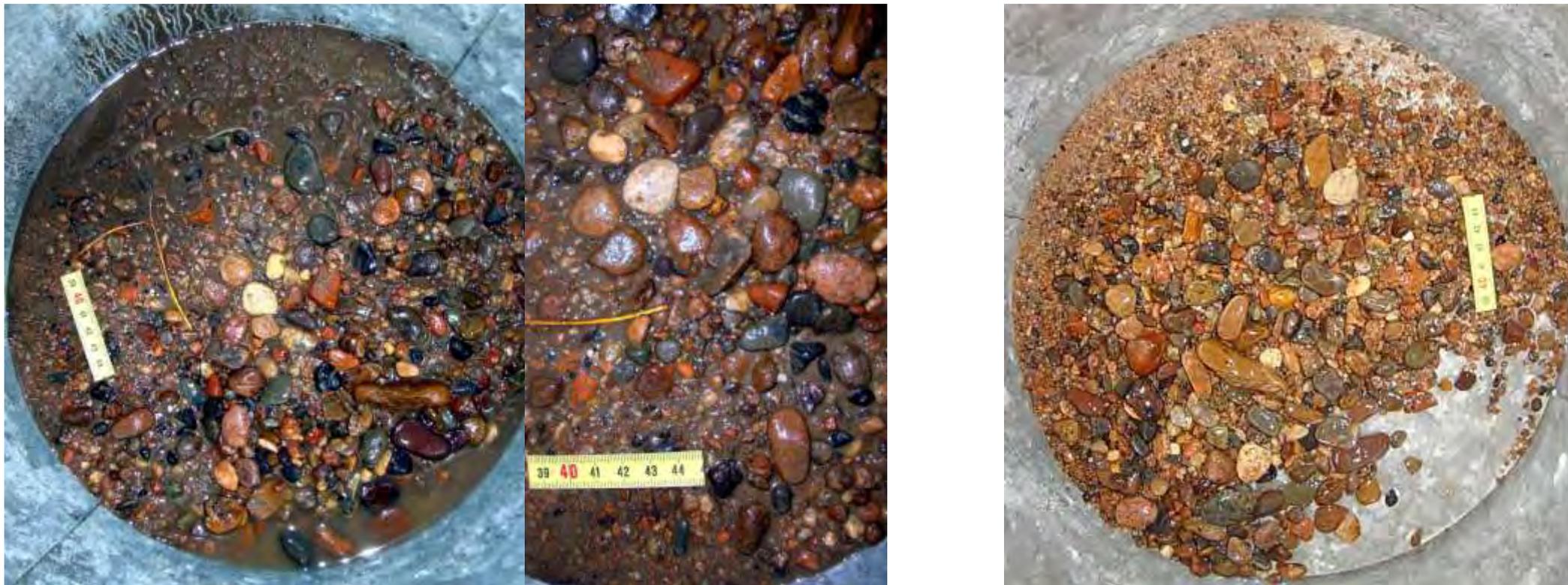


Рис. 2.5.19. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 1, грунт – гравий, крупнозернистый песок с примесью гальки, ила и детрита. Две левых фотографии сделаны до, правая - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.20. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 2, грунт – гравий, крупнозернистый песок с примесью гальки, ила и детрита. Левая фотография сделана до, две правых - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.21. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 3, грунт – крупнозернистый песок с примесью гравия, ила и детрита. Левая фотография сделана до, правая - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.

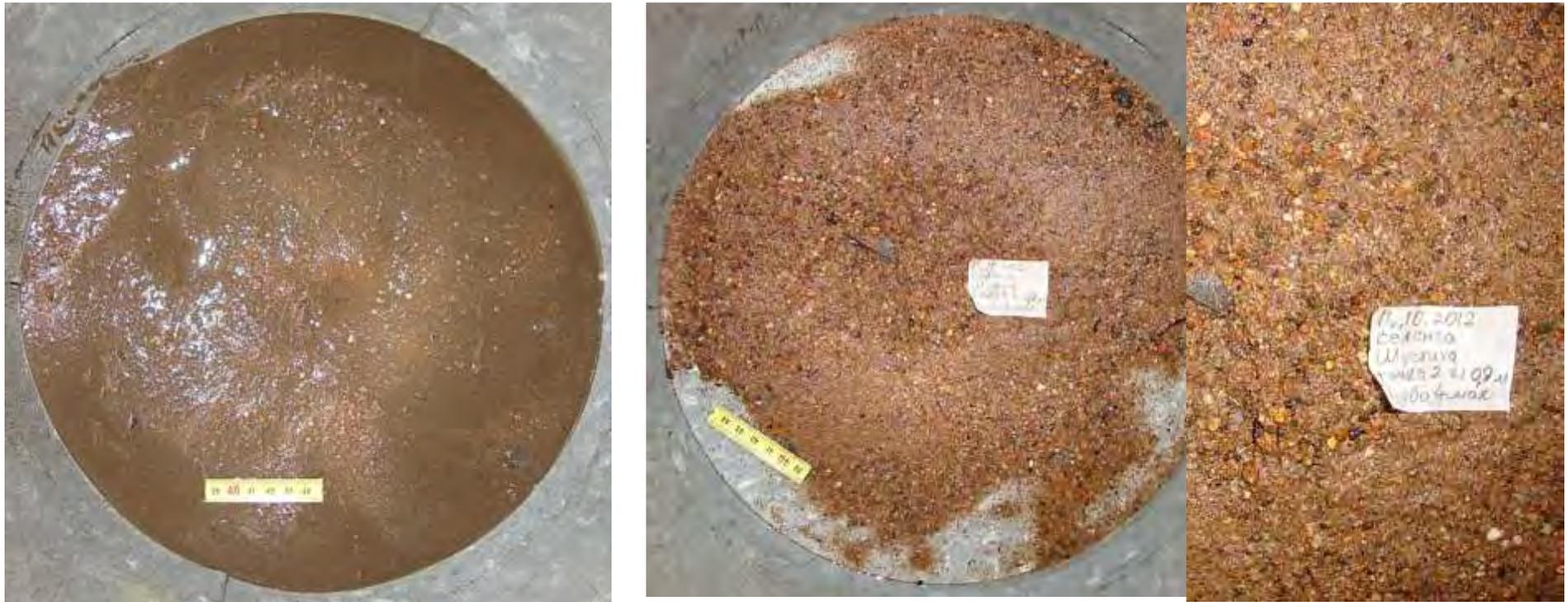


Рис. 2.5.22. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 4, грунт – крупнозернистый песок с примесью гравия, ила и детрита. Левая фотография сделана до, две правых – после промывки через газ с ячей 390 мкм.

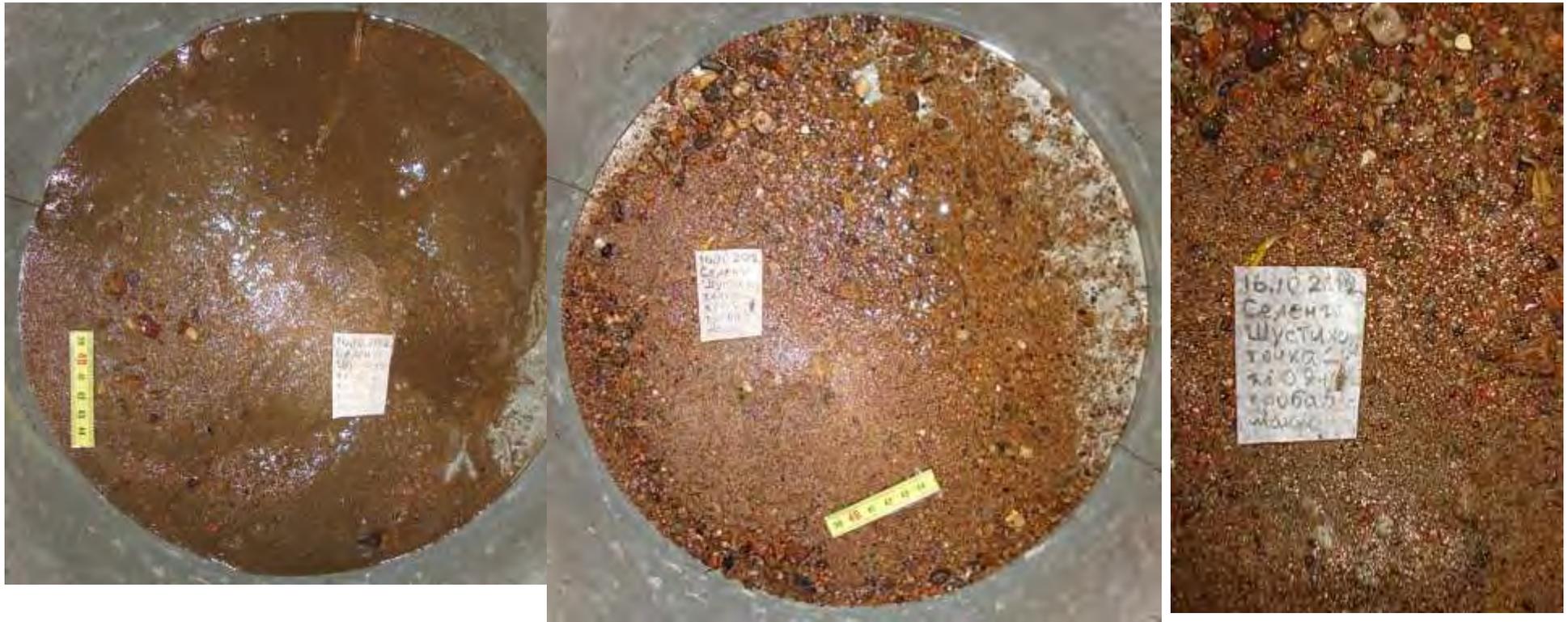


Рис. 2.5.23. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 5, грунт – крупнозернистый песок с примесью гравия, ила и детрита. Левая фотография сделана до, две правых – после промывки через газ с ячейей 390 мкм.

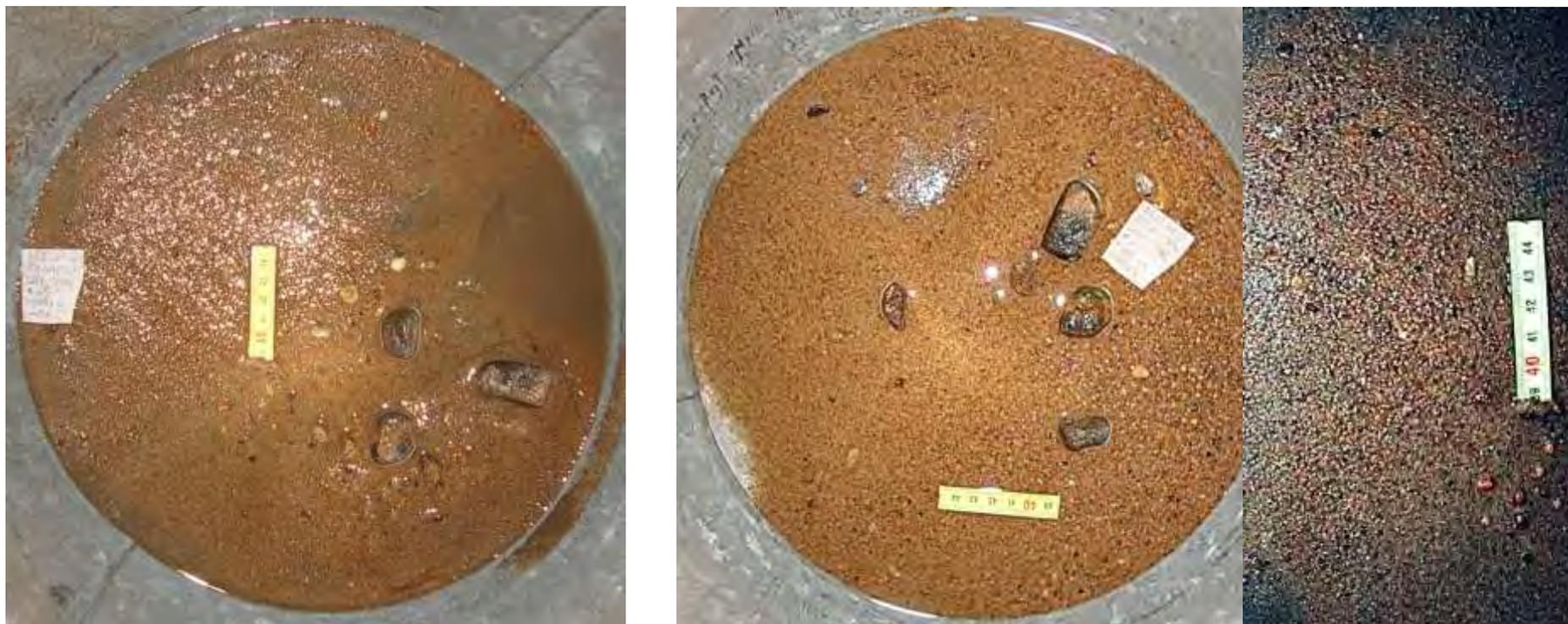


Рис. 2.5.24. 16 октября 2012 г. Станция 2. Протока Шустиха реки Селенга, примерно в 15 м от устья протоки, открывающегося в основное русло реки. Дночерпатель 6 (мейзообентос), грунт – крупнозернистый песок с примесью гальки, гравия, ила и детрита. Левая фотография сделана до, две правых - после промывки через газ с ячейей 110 мкм.



Рис. 2.5.25. 17 октября 2012 г. Станция 4. Дночерпатель № 1. Низовье р. Селенга, несколько сот метров до места впадения основной протоки в открытый Байкал. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила и мелкодисперсного детрита. Две левых фотографии сделаны до, правая - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.26. 17 октября 2012 г. Станция 4. Дночерпатель № 2. Низовье р. Селенга, несколько сот метров до места впадения основной протоки в открытый Байкал. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила и мелкодисперсного детрита. Две левых фотографии сделаны до, правая - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.27. 17 октября 2012 г. Станция 4. Дночерпатель № 3. Низовье р. Селенга, несколько сот метров до места впадения основной протоки в открытый Байкал. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила и мелкодисперсного детрита. Левая фотография сделана до, правая - после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.28. 17 октября 2012 г. Станция 4. Дночерпатель № 4. Низовье р. Селенга, несколько сот метров до места впадения основной протоки в открытый Байкал. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила и мелкодисперсного детрита. Верхние фотографии сделаны до, нижняя – после промывки через газ с ячейей 110 мкм.



Рис. 2.5.29. 17 октября 2012 г. Станция 5. Дночерпатель № 1. Возле протоки Перетаска. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила, крупнозернистого песка, гравия и детрита. Верхние фотографии сделаны до, нижняя – после промывки через газ с ячейей 390 мкм.

The intellectual property rights belong to UNOPS and UNDP, the information should not be used by a third party before consulting with the project.

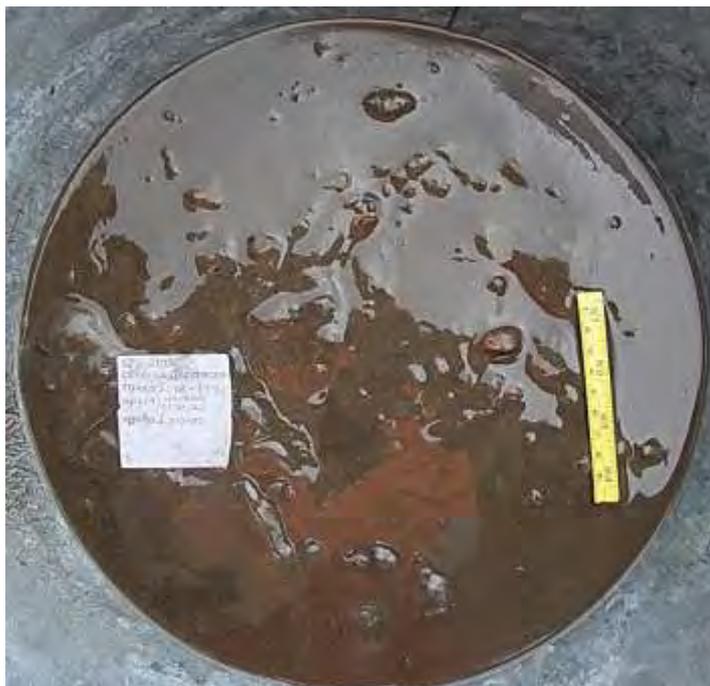


Рис. 2.5.30. 17 октября 2012 г. Станция 5. Дночерпатель № 2. Возле протоки Перетаска. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила, крупнозернистого песка, гравия и гальки. Верхние фотографии сделаны до, нижние – после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.31. 17 октября 2012 г. Станция 5. Дночерпатель № 3. Возле протоки Перетаска. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила, крупнозернистого песка, гравия и гальки. Верхние фотографии сделаны до, нижние – после промывки через газ с ячейей 390 мкм.



Рис. 2.5.32. 17 октября 2012 г. Станция 5. Дночерпатель № 4. Возле протоки Перетаска. Грунт – мелкозернистый песок с примесью ила, крупнозернистого песка, гравия и гальки. Верхняя фотография сделана до, нижняя – после промывки через газ с ячейей 110 мкм.

### 3. Общая микробиология

Исследования проводились в июле и августе 2012 г. для выявления различных физиологических групп микроорганизмов, численность которых может свидетельствовать о дополнительном привносе органического вещества в воду на той или иной станции. А так как в июле и августе температура воды достаточно высокая, то все процессы разложения веществ с помощью микробов идут достаточно интенсивно. Таким образом, мы можем зафиксировать пик численности той или иной группы микроорганизмов на какой-то конкретной станции и узнать о поступлении в русло органических веществ.

**Июль 2012 г.** Количество КОЕ амилотических микроорганизмов, выделенных из разных мест в дельте Селенги, имело небольшой размах. Наименьшее количество этих микробов было обнаружено на станции № 4 (60 КОЕ/мл), наибольшее – на станции № 5 (320 КОЕ/мл). Больше всего сапрофитных, протеолитических и микроорганизмов, растворяющих неорганический фосфат, было выявлено на станции № 2 (5200, 710 и 600 КОЕ/мл, соответственно). В районе станции № 3 отмечался минимум сапрофитных микроорганизмов (1700 КОЕ/мл). На станции № 4 также отмечалось меньше всего протеолитических микроорганизмов и микроорганизмов, растворяющих неорганический фосфат (200 и 100 КОЕ/мл, соответственно). Больше всего грибов оказалось на станциях № 3 и № 2 (400 и 340 КОЕ/мл, соответственно). Численности актиномицетов были низкими – от 0 до 100 КОЕ/мл. На станции №3 они вообще не были обнаружены.

**Август 2012 г.** Больше количество амилотических и сапрофитных микроорганизмов было отмечено на станции № 5 - 700 и 4000 КОЕ/мл, соответственно. Минимум амилотиков был отмечен на станции № 4 (120 КОЕ/мл). Меньше всего сапрофитных и протеолитических микроорганизмов было отмечено на станции № 3 (1780 и 170 КОЕ/мл, соответственно). Максимум протеолитических микроорганизмов также отмечен на станции № 5 (2520 КОЕ/мл). Больше всего грибов выявлено на станции №1 - 300 КОЕ/мл. Совсем не обнаружено грибов на станции №4. Актиномицеты выявлены на станции № 4, а также в стандартной лунке, сделанной у поселка Посольское. Микроорганизмов, растворяющих неорганический фосфат, больше всего было обнаружено на станции № 2 - 300 КОЕ/мл, а менее всего на станции № 5 - 100 КОЕ/мл.

Как в июле, так и в августе наименьшее количество амилотических микроорганизмов наблюдалось на станции № 4, а наибольшее на станции № 5. В июле количество сапрофитных и протеолитических микроорганизмов было большим на станции № 2, а в августе на станции № 5. В оба этих месяца меньше всего сапрофитных

микроорганизмов отмечалось в районе станции № 3. В июле меньше всего протеолитиков было обнаружено на станции № 4, тогда как в августе на станции № 3. Что касается микроорганизмов, растворяющих неорганический фосфат, то их было больше всего на станции № 2 в оба месяца. В июле на станции № 4 отмечалось меньше всего микроорганизмов, растворяющих неорганический фосфат, тогда как в августе наименьшая их численность пришлась на станцию № 5. В июле больше всего грибов было выявлено на станциях № 2 и № 3, а в августе – на станции № 1. В июле меньше всего грибов обнаружено на станции № 5, тогда как в августе совсем не обнаружено грибов на станции № 4. В июле актиномицеты совсем не были обнаружены на станции № 3, а в августе не были обнаружены в большей части проб. Таким образом, можно заключить, что станции № 3 и № 4 являлись в эти летние месяцы более чистыми по сравнению с остальными. Станции же № 2 и № 5 были достаточно загрязненными относительно других, о чем говорит повышенное количество сапрофитных микроорганизмов, выделенных из этих мест.

#### 4. Водоросли и макрофиты дельты р. Селенги

##### 4.1. Роль водорослей в оценке состояния водных экосистем и краткий анализ состояния их изученности в дельте р. Селенги

Качество вод является основой для оценки состояния речных экосистем в целом, в том числе с точки зрения их устойчивости к антропогенным нагрузкам (Сладечек, 1967). В свою очередь, качество вод определяется их химическим составом, гидробиологическими и микробиологическими характеристиками. Наиболее адекватно состояние водной экосистемы можно оценить по составу и особенностям функционирования сообществ гидробионтов (Барина, 2006; Рысин, 1995). В связи со средообразующей, трофической и биогеохимической функциями, которые в водоёмах и водотоках различного типа выполняют водоросли, их индикаторная роль при оценке качества среды обитания является весьма важной (Ижболдина, 1990; Рундина, 1998; Барина и др., 2006; Чемерис, Бобров, 2009; Свириденко и др., 2011; Куклин, 2011; Куклин, Замана, 2011; и др.).

Преимуществом автотрофов является то, что они занимают ключевые позиции на границе между биологическими сообществами и физико-химическими показателями среды обитания, имеют короткий жизненный цикл, способны быстро реагировать на изменения условий окружающей среды, первыми в трофической цепи реагируют на загрязнители, не успевая их значительно накапливать (Барина и др., 2006; Rusanov et al., 2012). Изменения параметров окружающей среды, таких, как скорость течения, температура воды, концентрации биогенных элементов, растворенного кислорода, являются факторами,

непосредственно контролирующими динамику популяций водных организмов. Изменение структуры водных сообществ и, тем самым, нарушение континуума речных систем, происходит под воздействием многих видов деятельности человека, приводящих к загрязнению пресноводных экосистем (Whitton & Kelly, 1995; Vannote et al., 1980; Allan, 1995).

Альгофлора реки формируется под действием и в результате процессов, протекающих в бассейне водосбора на протяжении всего её русла, поэтому состояние водорослевых сообществ достаточно хорошо отражает качество воды водотока. При его оценке могут использоваться структурные и функциональные показатели как макрофитов (макроскопические формы водных растений - макроводоросли, мхи, некоторые папоротники, многочисленные покрытосеменные), так и микроводорослей бентоса и планктона. При оценке состояния водной экосистемы и степени антропогенного воздействия изучают видовой состав альгосообществ, их количественное развитие, рассчитывают индексы сапробности и разнообразия Шеннона (Никулина, 2011; Охапкин, 2011).

Планктонные микроводоросли традиционно считаются одним из лучших индикаторов качества среды обитания, что связано с их особенностью быстро реагировать на различные изменения параметров среды через изменение структуры ценоза, его количественных показателей и функциональной активности (Huszar & Reynolds, 1997). В последние годы повышен интерес и к макроводорослям (Лапиров, 2006), что в первую очередь объясняется их относительно легкой доступностью для изучения.

Водоросли р. Селенги являются предметом изучения с начала прошлого века (Мейр, Рейнгардт, 1925; Мейер, 1930), но первые сведения имеют отрывочный характер. Позже Г. И. Поповской (1960 и др.) детально исследован фитопланктон этой реки. Заслуживают внимания публикации последних лет, посвященные фитопланктону дельтовых протоков и водоемов реки (Ташлыкова и др., 2009; Ташлыкова, Поповская, 2010).

Специальное исследование фитоперифитона в дельте Селенги проводилось Н. Е. Вотяковой под руководством А. П. Скабичевского в 70-х гг. прошлого века (Вотякова, 1981; 2010). Очень кратко охарактеризованы водоросли Посольского болота в древнем русле Селенги (Савич, 1967).

#### 4.2. Мейо- и макроводоросли дельты р. Селенги

На основании обработки литературных источников, а также оригинальных сведений, полученных нами в летний сезон 2012 г., составлен список мейо- и макроводорослей дельты р. Селенги, насчитывающий 22 вида, принадлежащих к 4 отделам, 8 видов из которых являются новыми для альгофлоры реки, а 4 пока не идентифицированы до вида (по

литературным данным были известны только 10 видов). За период исследований собран гербарий харовых водорослей (более 50 листов) и около 20 фиксированных альгопроб. Особого внимания заслуживает находка редкого вида харовых водорослей *Tolypella prolifera* (A. Braun) Leonh., интересного в географическом и эволюционном отношении. Его местонахождение является ныне самым восточным в Северной Евразии. В Сибири вид отмечен в Кемеровской (Волобаев, 1990) и Новосибирской областях (Киприянова, 2009). Как редкий вид *T. prolifera* включена в Красные книги и списки ряда стран Европы и субъектов России.

Несомненной удачей можно считать сборы нитчатых конъюгат родов *Spirogyra* и *Zygnema* и сифональных желтозеленых рода *Vaucheria* в фертильном состоянии. Их определение возможно после тщательного изучения материала в дальнейшем.

Все найденные макроводоросли достигали массового развития и становились ценозообразователями. Сильное развитие *Cladophora fracta* (L.) Kütz. и одного вида *Oedogonium* (в стерильном состоянии) зафиксирована в протоке Заверняихе (выше с. Творогово). Очень длинная и широкая полоса пологого берега была сплошь покрыта матом из спутанных талломов этих водорослей, который формировался из-за обнажения берега в результате резкого падения уровня воды. Там же в виде слизистых скоплений у берега свободно плавали колонии *Tetraspora lubrica* (Roth) C. Agardh.

В перифитоне высших водных растений, обильно представленных в дельте р. Селенги, доминировали цианопрокариоты рода *Gloeotrichia* (J. Agardh) Bornet et Flahault (собраны нами в июле без спор). Массовое развитие *Gloeotrichia* отмечалось на стеблях и листьях роголистника, некоторых рдестов, нимфоцветника щитолистного, кубышки малой, пузырчатки обыкновенной, урути колосистой, тростника южного, элодеи канадской, кувшинки и стрелолиста.

В старицах ценозы с высшими водными растениями формировали харовые, зигнемовые, хетофоровые, кладофоровые водоросли и цианопрокариоты. *Chara contraria* A. Braun, *C. globularis* Thuill., *C. vulgaris* L. emend. Wallr. в ряде участков старицы образовывали мощные заросли на мягких илистых грунтах. Хетофоровые водоросли *Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh и *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Bory найдены только в обрастаниях растительных субстратов.

Найденные нами макроводоросли широко распространены в эвтрофных водоёмах и водотоках планеты.

### Список мейо- и макроводорослей

#### Chlorophyta

***Cladophoraceae* Wille in Warm.**

***Cladophora fracta* (Dillw.) Kütz.**

Р. Селенга в р-не дельты (Мейер, 1930; Вотякова, 1981).

**\**Cladophora glomerata* (L.) Kütz.**

Р. Селенга, протока Заверняиха, 25.08.2012. Старица р. Селенги в с. Мурзино, на затопленной древесине и свободноплавающими скоплениями, 24.08.2012

***Chaetophoraceae* Grev. et Bold**

***Draparnaldia mutabilis* (Roth) Bory**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981). Старица р. Селенги в с. Мурзино, в обрастаниях затопленной травы, 24.08.2012.

**\**Chaetophora elegans* (Roth) C. Agardh**

Старица р. Селенги в с. Мурзино, на затопленной древесине, 24.08.2012.

***Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kütz.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Tetrasporaceae* (Nägeli) Wittr.**

**\**Tetraspora lubrica* (Roth) C. Agardh**

Р. Селенга: протока Заверняиха, 25.08.2012.

***Oedogoniaceae* de Bary**

***Oedogonium* spp. ster.**

Р. Селенга: протока Заверняиха, 25.08.2012. Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 23.07.2012.

**Streptophyta**

***Mougeotiaceae* Black. et Tensl.**

***Mougeotia* sp. ster.**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 23.07.2012.

***Spirogyraceae* Black. et Tensl.**

***Spirogyra* sp. 1 fert.**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 23.08.2012. Конъюгация лестничная.

***Spirogyra* sp. 2 fert.**

Р. Селенга: протока Заверняиха, 25.08.2012. Ширина нитей до 165 мкм, конъюгация боковая.

***Zygnemataceae* Kütz.**

**\**Zygnema* cf. *stellinum* (Vaucher) C. Agardh**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 18.07.2012.

***Characeae* C. Agardh**

**\**Chara contraria* A. Braun**

Старица р. Селенги в с. Мурзино, 24.08.2012. Участок старицы р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 18.07.2012.

**\**Chara globularis* Thuill.**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 18.07.2012. Старица, где выращивают молодь сазана, 25.08.2012.

**\**Chara vulgaris* L. emend. Wallr.**

Старица р. Селенги в с. Мурзино, 24.08.2012.

***Nitellaceae* Hollerb.**

**\**Tolypella prolifera* (A. Braun) Leonh.**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 18.07.2012.

**Xanthophyta**

***Vaucheriaceae* Dumortier**

**\**Vaucheria* sp. ster.**

Старица р. Селенги напротив базы Байкалрыбвода, 18.07.2012.

**\**Vaucheria* sp. fert. (aff. *geminata*)**

Болотце около зимовья, 19.08.2012.

**Cyanophyta (Cyanoprocarvota)**

***Gloeotrichia intermedia* (Lemmerm.) Geitl.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Gloeotrichia kamtschatica* (Elenkin) V.I. Poljansky**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Gloeotrichia natans* (Hedw.) Rabench.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Gloeotrichia pisum* (C. Agardh) Thur.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Gloeotrichia rabenhorstii* Bornet**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Rivularia aquatica* (de Wild) Geitl.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

***Rivularia borealis* P.G. Richt.**

Дельта р. Селенги (Вотякова, 1981).

\* виды, впервые приводимые для реки.

Н.Е. Вотякова также приводит нитчатые водоросли из родов *Oedogonium* (Chlorophyta), *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia* (Streptophyta), которые она находила только в стерильном состоянии.

На сегодняшний день имелись очень скудные сведения по харовым водорослям района исследования. *Chara* sp. приводится для одного из водоёмов дельты (Ташлыкова и др., 2009). По устному сообщению Н. Е. Вотяковой, харовые нечасто отмечались при изучении фитоперифитона, но не определялись и не гербаризировались.

Следует отметить очень низкую степень изученности флоры макрофитных водорослей дельты Селенги. Биотопическое разнообразие дельты (лентические и лотические водоёмы, аazonальные болотные комплексы) предполагает большое видовое богатство флоры мейо- и макроводорослей. Особый интерес в таком случае представляют виды, являющиеся основными индикаторами эвтрофирования: зелёные макроводоросли родов *Cladophora*, *Oedogonium* (подробнее, см. ниже, раздел 5), а также стрептофитовые водоросли рода *Spirogyra*.

## 5. Береговые скопления детрита (БСД) естественного происхождения

Как в морской, так и в пресноводной лимнологии важную роль в формировании гидрохимического и санитарно-микробиологического режима поровых вод зоны заплеска играют береговые скопления детрита, или, сокращенно - БСД. В зависимости от типа водоёмов, жизненных циклов доминирующих гидробионтов бентоса и других условий, насчитывают несколько десятков видов БСД. Изучение БСД озера Байкал только начато (Тимошкин, 2011; 2012 а; б): разработана первая классификация БСД, приведены их количественные характеристики, сезонная и межгодовая динамика их состава. Особо отмечено их влияние на элементный, гидрохимический и микробиологический состав интерстициальных вод заплесковой зоны. Для реки Селенга эти сведения приводятся впервые.

В связи с аномально высоким уровнем воды, зарегистрированным летом 2012 г., в июле месяце, когда была затоплена береговая растительность (см. рисунки в разделах 2.1; 2.3), нами не было обнаружено никаких береговых скоплений детрита (исключая скопления твердых бытовых отходов – см. ниже). Первые признаки появления естественных БСД мы стали регистрировать по мере падения уровня воды, в августе (рис. 5.1). В течение этого периода наших исследований в дельтовых протоках р. Селенги зафиксирована массовая вегетация зеленой водоросли *Cladophora fracta* (Dillw.) Kütz., а в протоке Заверняиха (выше с. Творогово, 25 августа 2012) найдены стерильные нити одного вида рода *Oedogonium*. Очень длинная и широкая полоса пологого берега была сплошь покрыта «ковром» (матом) из спутанных талломов этих водорослей, который формировался из-за обнажения берега в

результате резкого падения уровня воды (рис. 5.1, 5.2). Там же в виде слизистых скоплений у берега свободно плавали колонии *Tetraspora lubrica* (Roth) C. Agardh.



Рис. 5.1. 24 августа 2012 г. Правый берег основного русла, примерно в 1 км выше по течению от стационара «Байкалрыбвода». Начало формирования естественных БСД, типичных для низовья реки Селенга, совпадающее с понижением уровня воды.

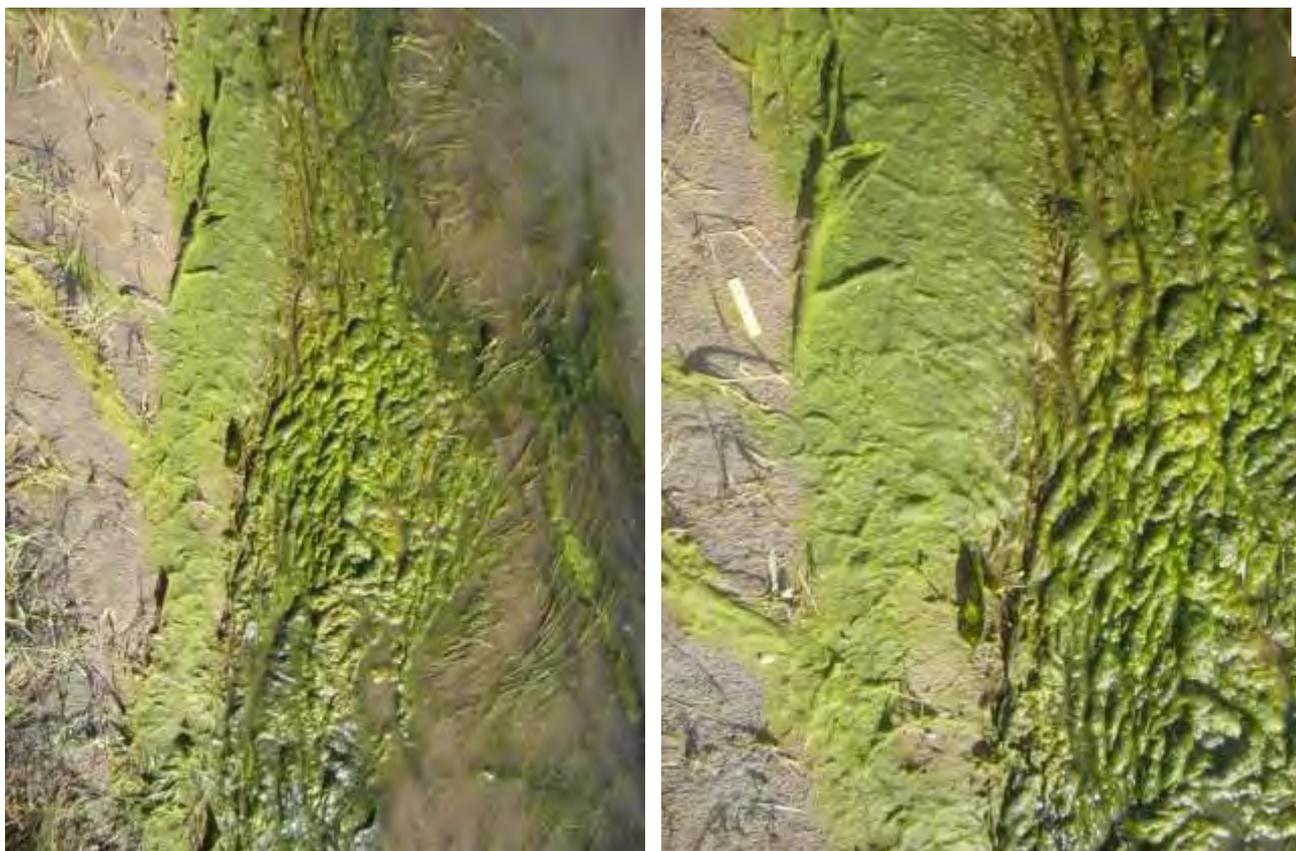
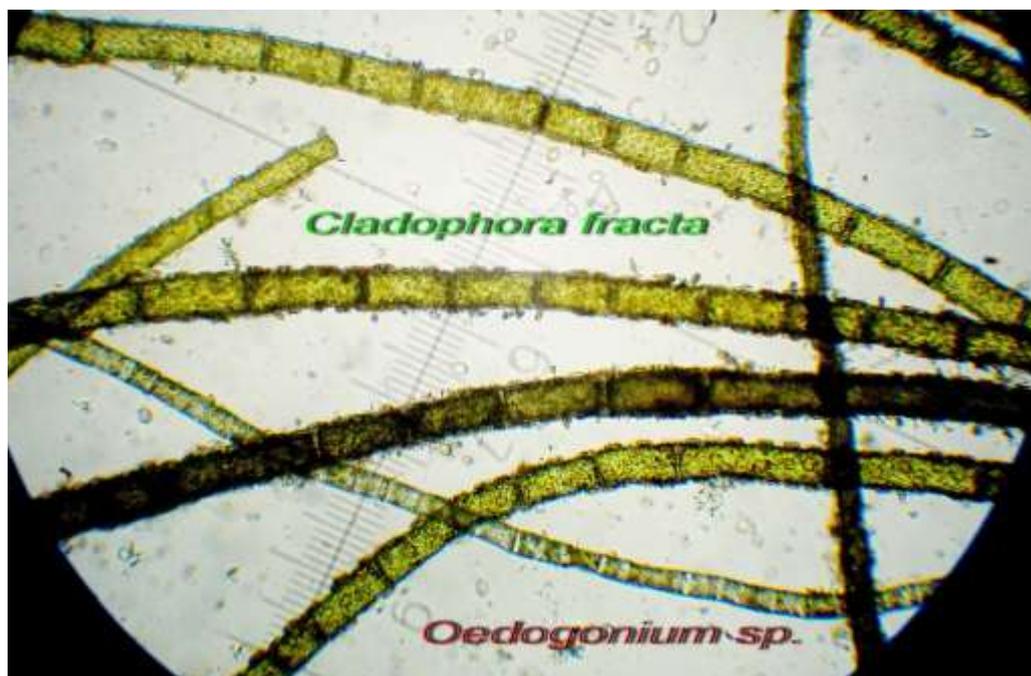


Рис. 5.2. 24 августа 2012 г. Правый берег основного русла, примерно в 1 км выше по течению от стационара «Байкалрыбвода». Начало формирования естественных БСД, типичных для низовья реки Селенга, совпадающее с понижением уровня воды (верхние фото). Нижнее фото: типичный видовой состав летних БСД (подробнее – см. текст). Микроскоп Мејјі, объектив 10 X; окуляр 10 X.



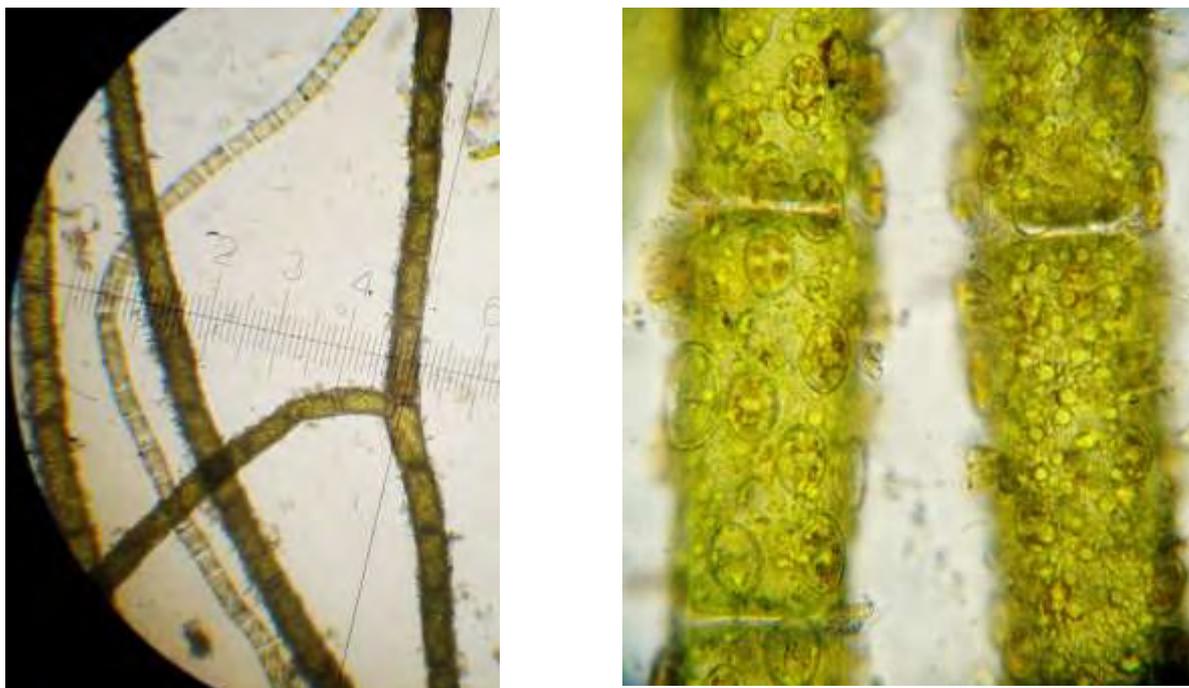


Рис. 5.3. 24 августа 2012 г. Типичный состав летних БСД: *Cladophora fracta* (Dillw.) Kütz. и *Oedogonium* sp. (подробнее о размерах клеток – см. текст). Микроскоп Meiji, объектив 10 X; окуляр 10 X (левое фото); объектив 10 X; окуляр 40 X (правое фото).

Также, *C. fracta* (Dillw.) Kütz., собрана осенью в протоках Чаячьей и Шустихе (21 сентября 2012 г.). Именно эти водоросли и составляли основу БСД низовьев р. Селенга в летне-осенний период 2012 г.

Как уже упоминалось выше, специальное исследование фитоперифитона в дельте Селенги проводила Н. Е. Вотякова под руководством А. П. Скабичевского в 70-х гг. прошлого века (Вотякова, 1981; 2010). В пробах, по определению Н. Е. Вотяковой, оказалась *Cladophora fracta* (Dillw.) Kütz. При этом каких-либо сведений по количественным характеристикам данного вида приведено не было. Отметим также, что этот вид зеленых нитчаток в низовье р. Селенга отмечал ранее и К. И. Мейер (1930).

Особо следует отметить, что кроме *C. fracta* в летне-осенних пробах встречались нити с большими размерами клеток – диаметр 70–75 мкм (конец 21 сентября с.г., в составе БСД, протоки Шустиха и Чаячья), которые можно идентифицировать как *C. glomerata*. Оба упомянутых выше вида рода *Cladophora* очень близки морфологически, но имеют существенные различия в экологии: *C. glomerata* населяет моря и континентальные водоемы разной степени минерализации (включая Великие американские озера и оз. Байкал), *C. fracta* встречается только в пресных водоемах. Кроме того, талломы *C. fracta*, в отличие от *C. glomerata*, характеризуются меньшим диаметром основных и апикальных клеток (Виноградова и др., 1980).

Нами проведены статистически достоверные промеры талломов кладофор, собранных в летне-осенний период. Диаметр основных клеток варьировал в пределах 50–70 мкм, а диаметр апикальных клеток – в пределах 14–35 мкм. Такие размеры клеток характерны для *C. fracta* (обнаружены в сентябрьских пробах, взятых из проток Чаячъя и Шустиха).

Количественные характеристики осенних БСД естественного происхождения двух типов представлен в таблице 5.1. Следует подчеркнуть, что в целях предотвращения погрешностей при взвешивании проб разной степени просушки, все пробы БСД предварительно замачивались в воде, затем лишняя вода отжималась до одинаковой консистенции пробы. Затем проба взвешивалась. Также мы старались максимально тщательно отделить талломы водорослей, присохшие к прибрежному илу. Отбирались 2 типа проб БСД: так называемые «двух-» и «трехмерные». К первому виду относились БСД, сформировавшиеся на относительно плоских участках прибрежной зоны (рис. 5.6–5.8), ко второму – БСД, сформировавшиеся на базальных (прикорневых) участках прибрежных ив (рис. 5.4, 5.5).

Нами получены также предварительные сведения о процентном составе бентосных водорослей, обнаруженных в этих БСД. С этой целью 25 августа 2012 г., в одном из мест с массовым скоплением БСД (достаточно типичный в этом отношении участок берега, протока Заверняиха, координаты места отбора проб: 52°10'271'' с. ш., 106° 30' 424'' в.д.), на расстоянии 50-100 м друг от друга, были заложены 3 площадки. Площадь каждой площадки составляла 400 кв. см. Масса отжатых от воды скоплений макроводорослей (сырой вес):  $m^1 = 39,84$  г;  $m^2 = 57,40$  г;  $m^3 = 47,48$  г; средняя масса на одну площадку составила 48,24 г/ 400 кв. см, в пересчете на 1 кв. м. - 1206 г. Примерный процентный состав БСД летнего формирования оказался следующим: 60-70% *Oedogonium* sp. ster. и 30-40% *Cladophora fracta*.

Состав БСД осеннего формирования изучался на примере количественных проб, описанных выше. Оказалось, что в сентябре практически на 100% эти БСД состояли из *Cladophora fracta* с минорной примесью нитей *Oedogonium* sp. ster.

Таблица 5.1. Список проб и количественная характеристика БСД низовьев реки Селенга

Дата отбора проб	Станция	Размеры рамки (м)	Вес взятой пробы, кг	Вес пробы, кг/кв м
20.09.2012	Чаячья, правый берег	0.3 × 0.3	0.02374	0.21366
20.09.2012	Чаячья, правый берег	1.0 × 1.0	0.5444	0.5444
20.09.2012	Чаячья, правый берег	1.0 × 0.45	0.17992	0.35984
20.09.2012	Чаячья, правый берег	1.0 × 1.0	0.9831	0.9831
20.09.2012	Чаячья, правый берег («трехмерное БСД»)	1.0 × 0.3	0.9	
21.09.2012	Шустиха, правый берег	0.3 × 0.3	0.04262	0.38358
21.09.2012	Шустиха, правый берег	0.3 × 0.45	0.12205	0.90317
21.09.2012	Шустиха, правый берег	0.3 × 0.45	0.09995	0.73963



Рис. 5.4. Внешний вид естественных БСД («двух-» и «трехмерных»), типичных для низовья реки Селенга в летне-осенний период 2012 г. 21 сентября 2012 г., правый берег реки, район протоки Шустиха.



Рис. 5.5. Внешний вид естественных БСД («трехмерных»), типичных для низовья реки Селенга в летне-осенний период 2012 г. 21 сентября 2012 г., правый берег реки, район протоки Шустиха.



Рис. 5.6. Внешний вид естественных БСД («трехмерных»), типичных для низовья реки Селенга в летне-осенний период 2012 г. 21 сентября 2012 г., правый берег реки, район протоки Шустиха. Процесс разметки и «вырезания» одного квадратного метра БСД.



Рис. 5.7. Внешний вид естественных БСД («двумерных»), типичных для низовья реки Селенга в летне-осенний период 2012 г. 21 сентября 2012 г., правый берег реки, район протоки Шустиха. «Вырезается» 1 кв. метр БСД.



Рис. 5.8. Внешний вид естественных БСД («двумерных»), типичных для низовья реки Селенга в летне-осенний период 2012 г. 21 сентября 2012 г., правый берег реки, район протоки Шустиха. Процесс отбора пробы закончен: вырезан ровно 1 кв. метр БСД.

Столь массовая вегетация зеленых водорослей из рода кладофора, вероятнее всего, свидетельствует о существенной эвтрофикации реки Селенга (см. раздел отчета по

The intellectual property rights belong to UNOPS and UNDP, the information should not be used by a third party before consulting with the project.

гидрохимии). К сожалению, по причине отсутствия аналогичных сведений, мы не можем привести каких-либо сравнений по количественным характеристикам БСД низовья реки Селенга. Отметим лишь, что, по сравнению с озером Байкал, селенгинские БСД, обнаруженные нами в летне-осенний период 2012 г., отличались как по обилию и составу водорослей, так и по способу их образования (Тимошкин и др., 2012 а; б). В отличие от байкальских БСД, образующихся классическим путем (выброс на берег массово отмирающих водорослей, либо животных), основной причиной образования селенгинских БСД явилось понижение уровня воды в реке.

В итоге наши исследования не только расширили список водорослей мейо- и макробентоса реки и выявили редкие для флоры Сибири виды. Качественный состав и количественные параметры макроводорослей позволяет охарактеризовать изученный район реки как эвтрофированный, поскольку зарегистрированные нами макроводоросли широко распространены именно в эвтрофных водоёмах и водотоках планеты.

### **5.1. Предварительные сведения по количественной характеристике различных физиологических групп микроорганизмов в поровых водах лунок из-под БСД**

Помимо обычных станций пробоотбора толщи воды, нами были проанализированы микроорганизмы в поровых водах из лунки, выкопанной на берегу реки, под скоплениями детрита, примерно на расстоянии 0.5 м от уреза. Эту пробу можно рассматривать в качестве своеобразного аналога пробам интерстициальных вод, изученных нами в заплесковой зоне озера Байкал и подверженных существенному влиянию со стороны разлагающихся органических остатков БСД. Как и предполагалось, в поровых водах прибрежной зоны, покрытой скоплениями водорослей, количество амилитических, протеолитических и сапрофитных микроорганизмов (КОЕ/мл) превышало таковые, обнаруженные на стандартных станциях, в несколько раз. Количество амилитических микроорганизмов было 1060 КОЕ/мл, протеолитических 6040 КОЕ/мл, а сапрофитов 8100 КОЕ/мл.

## 6. Макрозообентос

Макрозообентос р. Селенги богат и разнообразен – более 220 таксонов. В его составе зарегистрированы олигохеты, турбеллярии, моллюски, пиявки, хирономиды и другие двукрылые, поденки, веснянки, ручейники, веснянки, жуки, клопы, стрекозы, клещи, пауки. По всему течению реки, где преобладают каменистые грунты, доминирующее положение занимают хирономиды, поденки и ручейники (Вершинин, 1964; Rozhkova et al., 2002; Базова, 2004). В дельте господствуют песчано-илистые грунты, обогащенные органикой. В период паводков вода может прибывать со скоростью до 20 см/ч (Старицкий, 1913), смывая рыхлые грунты. В течение 2-3 дней уровень воды достигает максимума и затем более медленно спадает. Таким образом, в течение года неоднократно происходит переформирование грунтов дельты. Наибольшее влияние оказывают паводки, связанные с интенсивным поступлением дождевых вод в июле–августе.

Своеобразие состава и динамики грунтов дельты Селенги определяют структуру донного населения. В целом, по всему обследованному участку все четыре месяца по численности доминировали олигохеты, и лишь в октябре преобладали хирономиды (рис. 6.1). Последние играют значительную роль и в летние месяцы. В биомассе доминирующую роль так же играли олигохеты: в июле они формировали более половины общей биомассы, в августе–октябре приблизительно четверть (рис. 6.2).

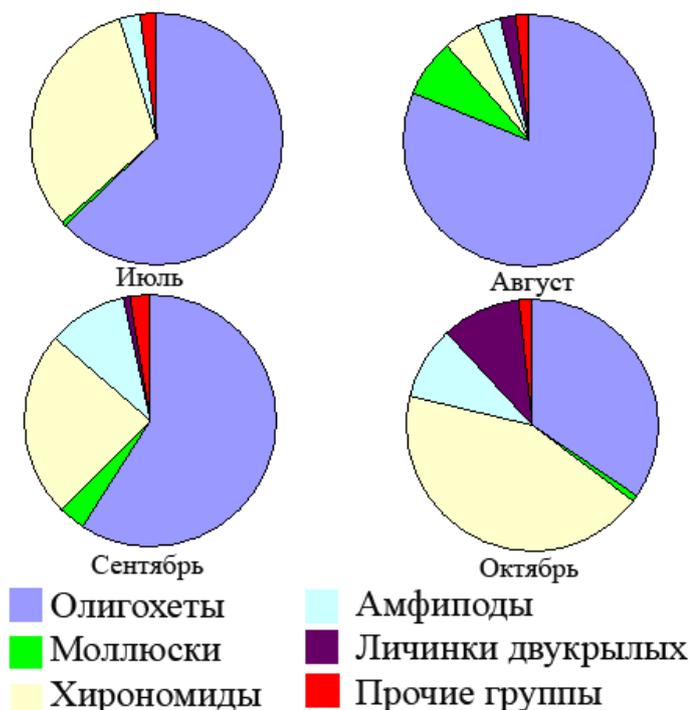


Рис. 6.1. Соотношение численности доминирующих групп макрозообентоса р. Селенга в разные месяцы 2012 г.



Рис. 6.2. Соотношение биомассы доминирующих групп макрозообентоса р. Селенга в разные месяцы 2012 г.

Средние показатели численности и биомассы по обследованному участку в период исследований колебались в пределах: численность 3770–8332 экз./м<sup>2</sup>, биомасса 2.90–22.25 г/м<sup>2</sup>, и значительно превышали таковые, зарегистрированные летом 1972 г. в нижнем течении р. Селенги, включая дельту (Сыроежкина, 1972). В августе численность и биомасса значительно возросли, затем, к октябрю биомасса упала более чем в четыре раза, а численность изменялась незначительно (рис. 6.3). Резкое снижение количественных показателей в сентябре, по-видимому, можно объяснить появлением (обнажением) пятен гальки и гравия, практически без ила и детрита.

Зообентос на разных станциях имеет хорошо заметные отличия. В верхнем участке дельты (станция 2, протока Шустиха) зообентос наиболее разнообразен. Средние показатели численности и биомассы колеблются в следующих пределах 810–8408 экз./м<sup>2</sup> и 0.87–2.53 г/м<sup>2</sup>. Зообентос на этом участке имеет сложную структуру (здесь встречаются практически все известные в реке группы беспозвоночных), но соотношение групп отличалось нестабильностью (рис. 6.4, 6.5).

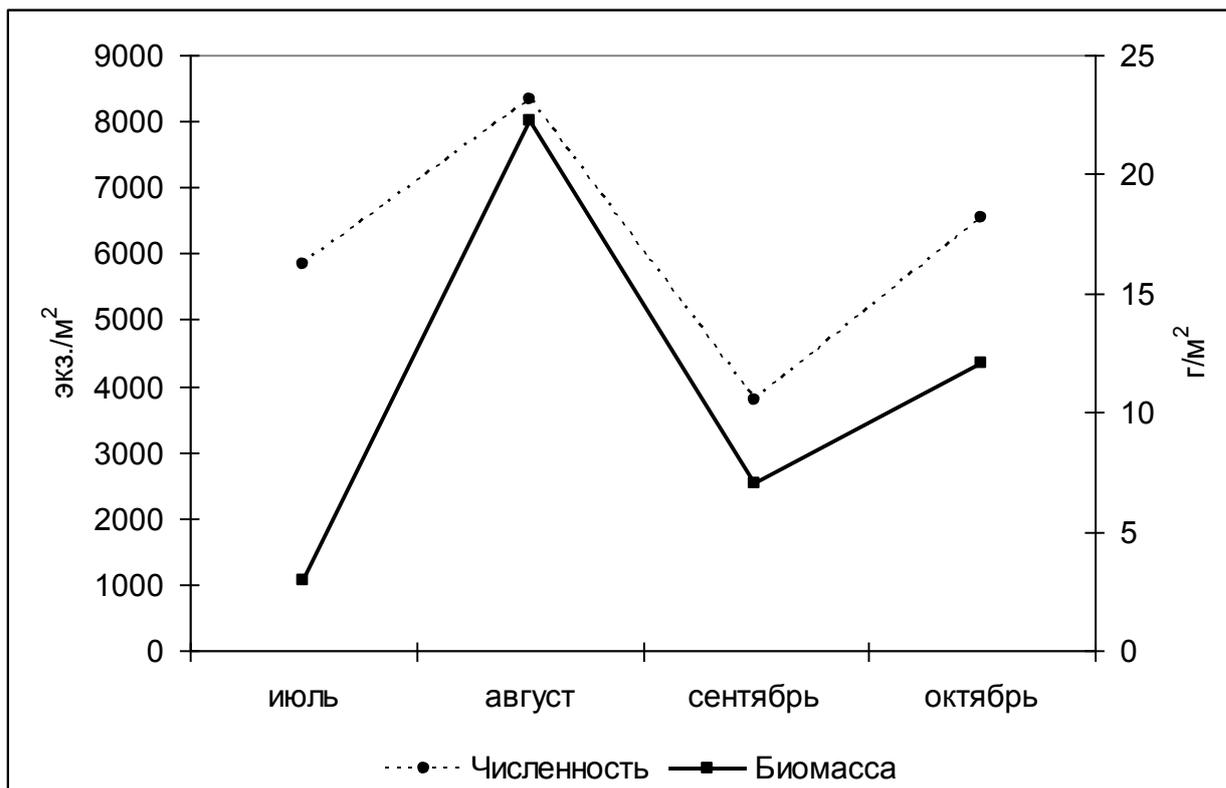


Рис. 6.3. Динамика количественных показателей макрозообентоса р. Селенга в 2012 г.

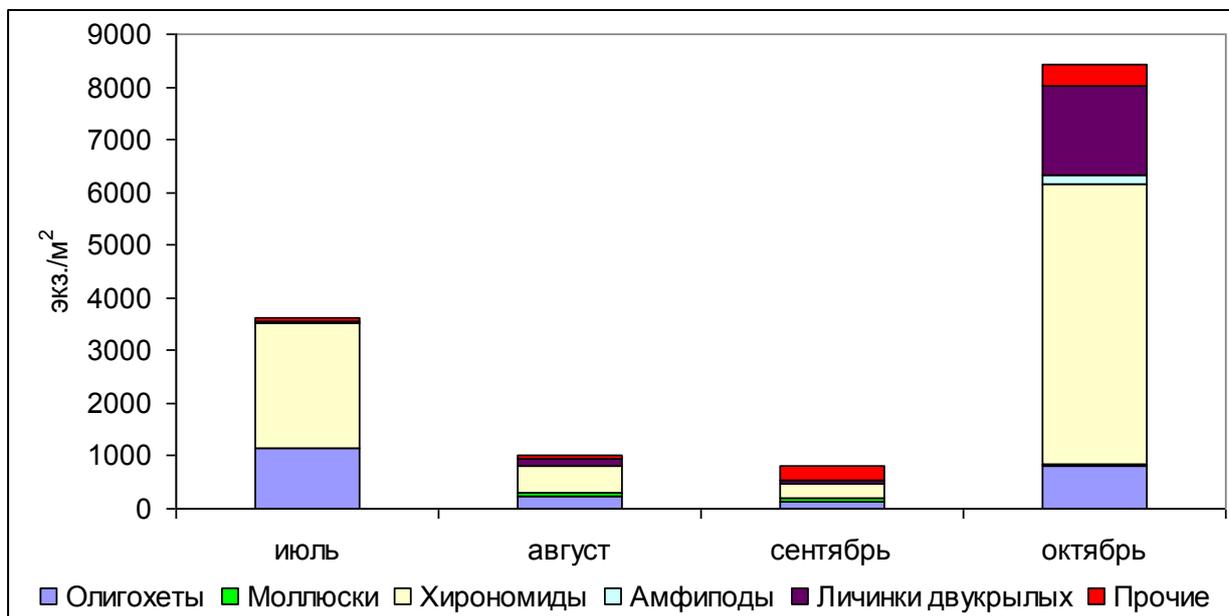


Рис. 6.4. Средняя численность доминирующих групп макрозообентоса в протоке Шустиха (точка 2), 2012 г.

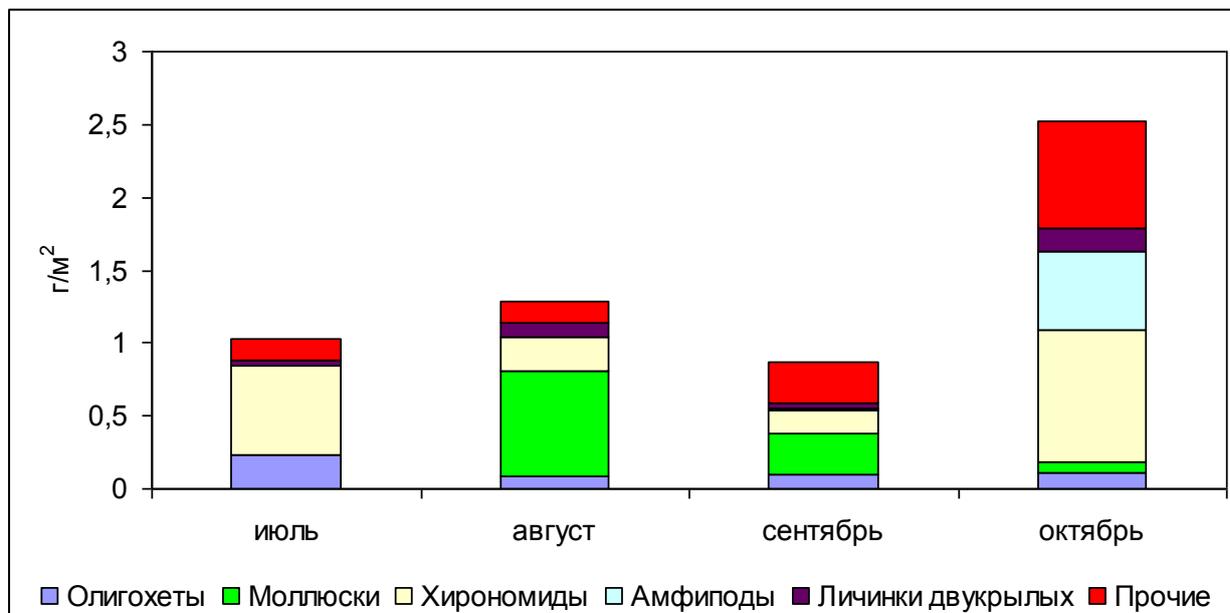


Рис. 6.5. Средняя биомасса доминирующих групп макрозообентоса в протоке Шустиха (точка 2), 2012 г.

Следующая станция (1) расположена ниже по течению, приблизительно в 15 км от предыдущей станции. Станция находится в одной из поперечных протоков с более низкими скоростями течения по сравнению с основным руслом. Зообентос на этой станции не отличался разнообразием. В июле и октябре по численности доминировали олигохеты (51-41%) и хирономиды (45-36%), в августе – олигохеты (67%), в сентябре – хирономиды (72%). Биомасса складывается следующим образом: в июле, августе и сентябре хирономидами (соответственно 47, 39, 47%) и олигохетами (44, 27, 25%), в октябре – моллюсками (45%) и амфиподами (44%). Последние две группы имели в октябре небольшую численность (соответственно 2% и 13%).

На следующей станции, расположенной приблизительно в середине основного русла реки, в протоке Перетаска (станция 5), зообентос в разные месяцы менялся значительно. Средние показатели численности и биомассы колебались в больших пределах 933–11320 экз./м<sup>2</sup> и 0.64–11.74 г/м<sup>2</sup>. Доминировали по численности: в июле олигохеты (49%) и хирономиды (39%), в августе основу численности составляли олигохеты (81%), в сентябре – амфиподы (64%), в октябре хирономиды (53%), амфиподы (21%) и олигохеты (15%). Совсем другое соотношение групп наблюдали на этой станции в биомассе: в июле, при низком ее значении (0.81 г/м<sup>2</sup>) доминировали олигохеты (37%) и хирономиды (18%); в августе общая биомасса возросла до 7.56 г/м<sup>2</sup> и состояла из олигохет (32%), моллюсков (27%), хирономид (19%) и других двукрылых (22%); в сентябре наблюдали самую низкую биомассу (0.64 г/м<sup>2</sup>), половину которой составляли амфиподы; в октябре биомассу

формировали хирономиды (57%), амфиподы (20%), моллюски (17%). На этой станции, как и на точке 2, бентос отличается значительной изменчивостью во времени.

В устье основного русла (станция 4) структура зообентоса была более стабильной, количественные показатели возрастали от июля к октябрю (480–6133 экз./м<sup>2</sup> и 0.59–12.73 г/м<sup>2</sup>) за счет увеличения численности олигохет и амфипод (рис. 6.6, 6.7).

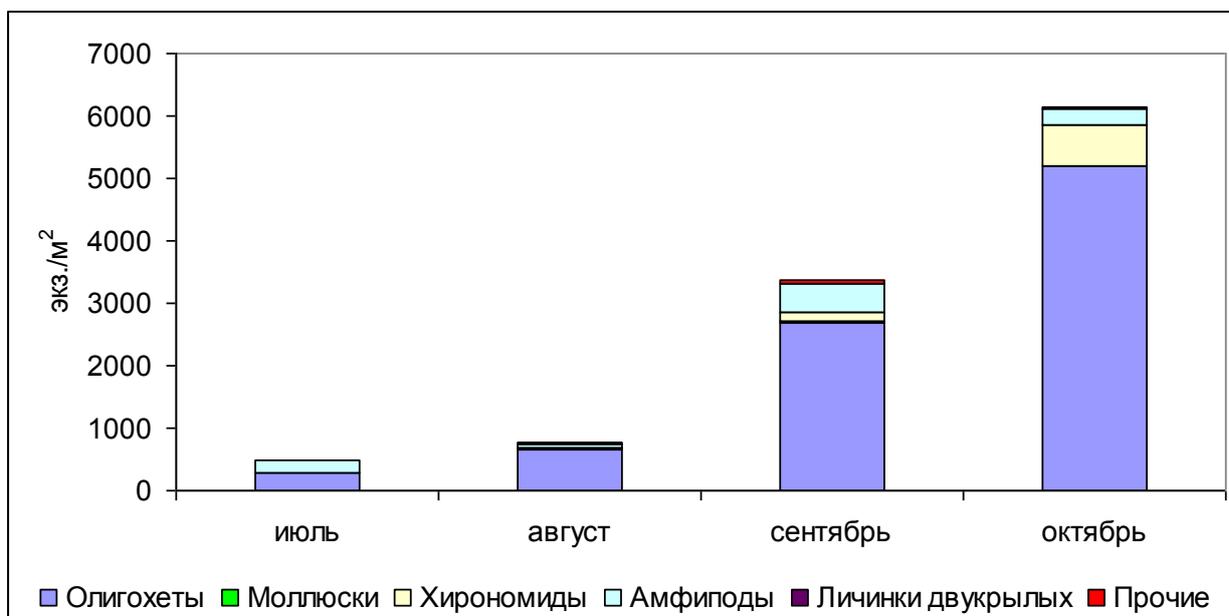


Рис. 6.6. Средняя численность доминирующих групп макрозообентоса в устье р. Селенга (точка 4), 2012 г.

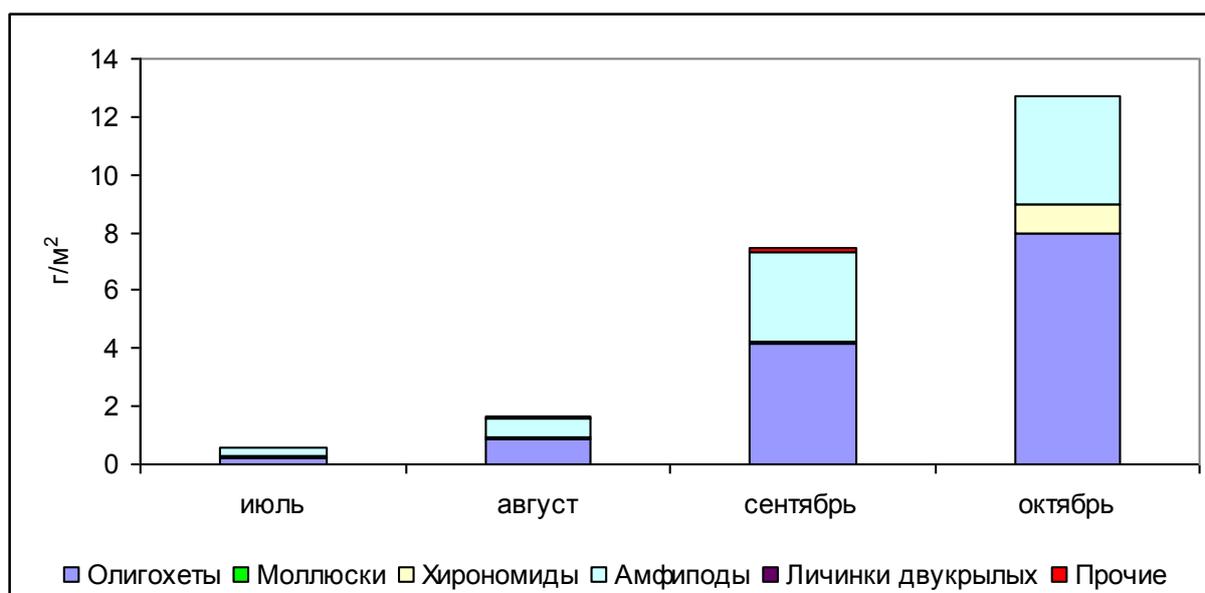


Рис. 6.7. Средняя биомасса доминирующих групп макрозообентоса в устье р. Селенга (точка 4), 2012 г.

На станции (3), расположенной примерно в 0.5 км вглубь озера от репера МЧС, численность зообентоса определяли олигохеты, в тоже время биомасса слагалась из моллюсков, олигохет, амфипод и крупных стрекоз (рис. 6.8, 6.9). В целом на этом участке зарегистрированы самые высокие показатели биомассы: в июле – 8.81 г/м<sup>2</sup>, августе – 40.86 г/м<sup>2</sup>, в сентябре – 22.41, при численности соответственно 11300 экз./м<sup>2</sup>, 27053 экз./м<sup>2</sup>, 8420 экз./м<sup>2</sup>.

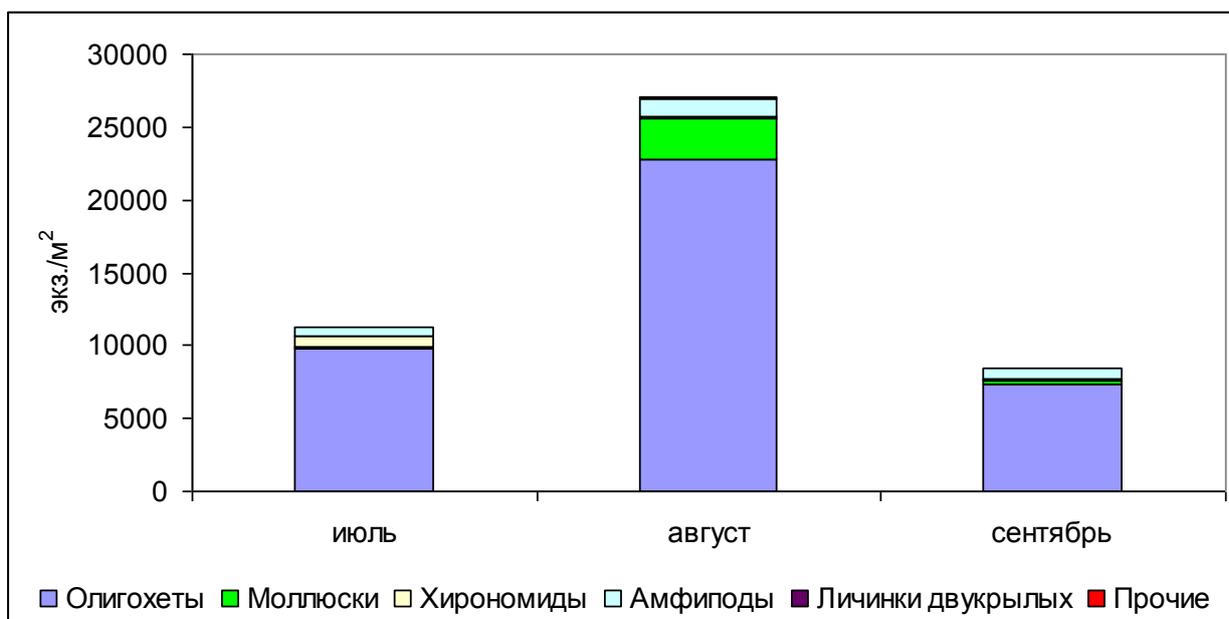


Рис. 6.8. Средняя численность доминирующих групп макрозообентоса, мелководье против устья р. Селенга (точка 3), 2012 г.

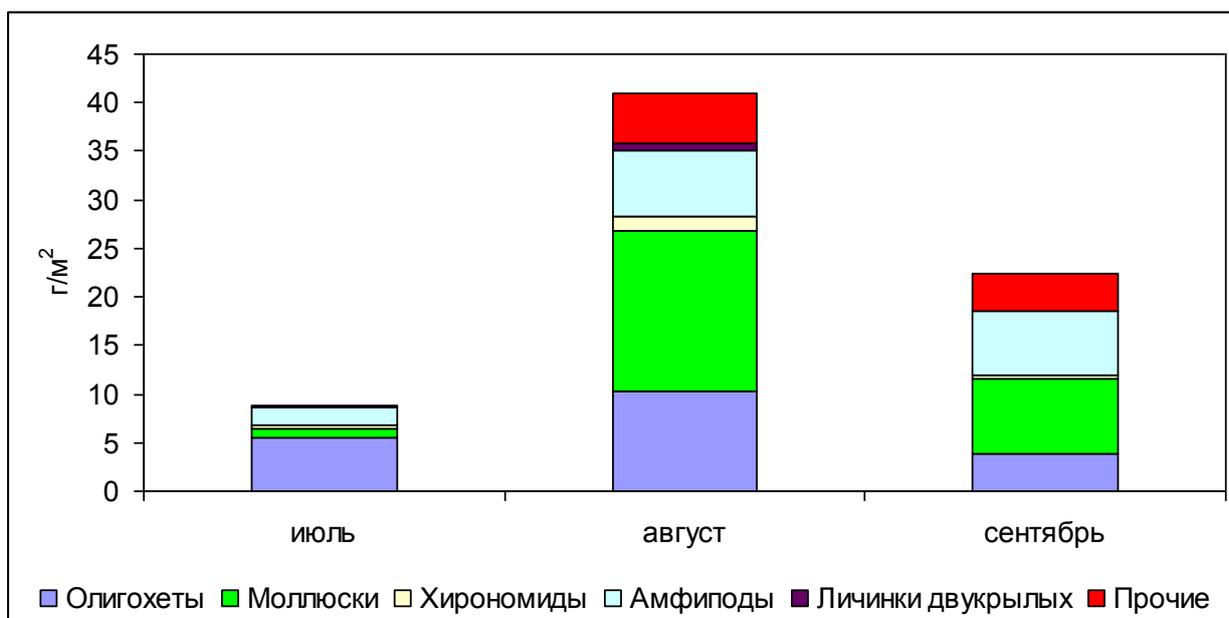


Рис. 6.9. Средняя биомасса доминирующих групп макрозообентоса, мелководье против устья р. Селенга (точка 3), 2012 г.

Паводки и резкое повышение уровня воды в реке существенно сказывается на составе грунта, и, как следствие – на структуре бентосных сообществ. Анализ динамики зообентоса исследуемого участка показал значительную изменчивость его качественного и количественного состава. Средние показатели численности и биомассы по обследованному участку колебались в широких пределах.

Во все месяцы исследований макрозообентос состоял из олигохет, хирономид, моллюсков, амфипод, поденок, веснянок, стрекоз, ручейников, жуков, клопов, клещей, мокрецов и других двукрылых. В групповом составе зообентоса почти повсеместно преобладали олигохеты, значительную роль на отдельных станциях играли хирономиды, амфиподы, и моллюски. Значительный вклад в формирование зообентоса на отдельных участка основного русла дельты Селенги играли личинки двукрылых из семейств Empididae, Ceratorogonidae, Limoniidae. В период наших исследований амфиподы встречались по всему обследованному участку, за исключением июля, когда они были зарегистрированы только в устье реки (оконечности дельты) и в оз. Байкал вблизи устья реки. В августе и октябре на двух станциях (протока Гусевская, озеро против устья Селенги) обнаружены два экземпляра крупных двусторчатых моллюсков (беззубка), вес которых достигает 8 г.

Состав и количественные показатели макрозообентоса указывают на значительное эвтрофирование обследованного участка.

## 7. Ихтиология

### Видовое разнообразие рыб дельты р. Селенги

В исследовательских уловах, проведенных в июле-сентябре, отмечены следующие виды рыб: щука, амурский сазан, язь, елец, лещ, плотва, сибирская щиповка, амурский сом, окунь, ротан-головешка. В октябре помимо указанных выше видов в уловах отмечались: налим, байкальский омуль и белый байкальский хариус совершающие в это время транзитные миграции через дельту. Десять из указанных видов являются аборигенными, а амурский сазан, лещ, амурский сом и ротан-головешка интродуцентами попавшими в экосистему дельты в результате акклиматизации или инвазии (ротан).

Несмотря на относительно высокое видовое разнообразие бентоядных рыб, обитающих в низовьях р. Селенги, лишь 3-х из них – ельца, плотву и окуня - можно отнести к структурообразующим, доминантным во всех трех исследованных участках дельты. Ротан-головешка в свою очередь был наиболее массовым и постоянно встречающимся видом в изолированных и полуизолированных озерах старицах дельты. Ниже приведена характеристика питания четырех упомянутых доминирующих видов в июле - октябре 2012 г.

### Характеристика питания основных бентоядных видов рыб

#### Елец

Основу питания молоди ельца на первом году жизни на Селенгинском мелководье (Устюжанина-Гурова, 1971), Истокском соре (Картушин, 1958) и водоемах дельты (Сорокина, 1977) составляют организмы зоопланктона, личинки хирономид и других двукрылых, амфиподы и водоросли. В сорах Провал и Посольский (Дельта ..., 2008) основу рациона составляли амфиподы, при значительном потреблении макрофитов.

В июле 2012 г. в старице в районе пос. Мурзино основу питания ельца составляли преимагинальные стадии веснянок, составляющие более половины массы съеденной пищи (52,78%) (рис. 7.1). Значительную долю рациона (31,0%) составила растительность, включающая семена и отдельные фрагменты высшей водной растительности, а также нитчатые водоросли (4,7%). Из достаточно широкого ассортимента других объектов питания относительно заметным было лишь потребление брюхоногих моллюсков сем. Planorbidae (11,7%). Индекс наполнения пищеварительного тракта в среднем составлял 42,7‰, при этом 25% рыб не питались.

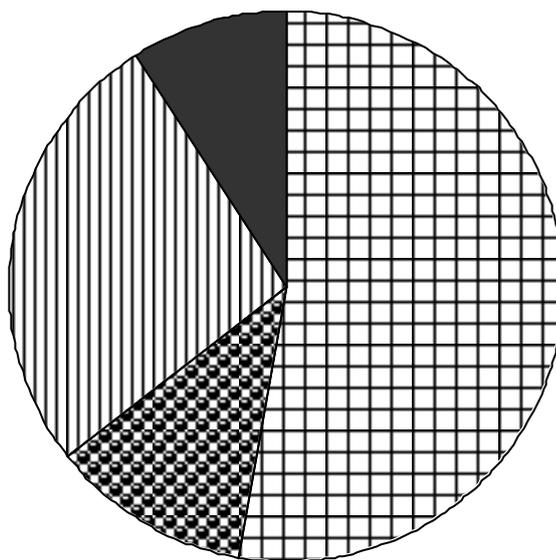
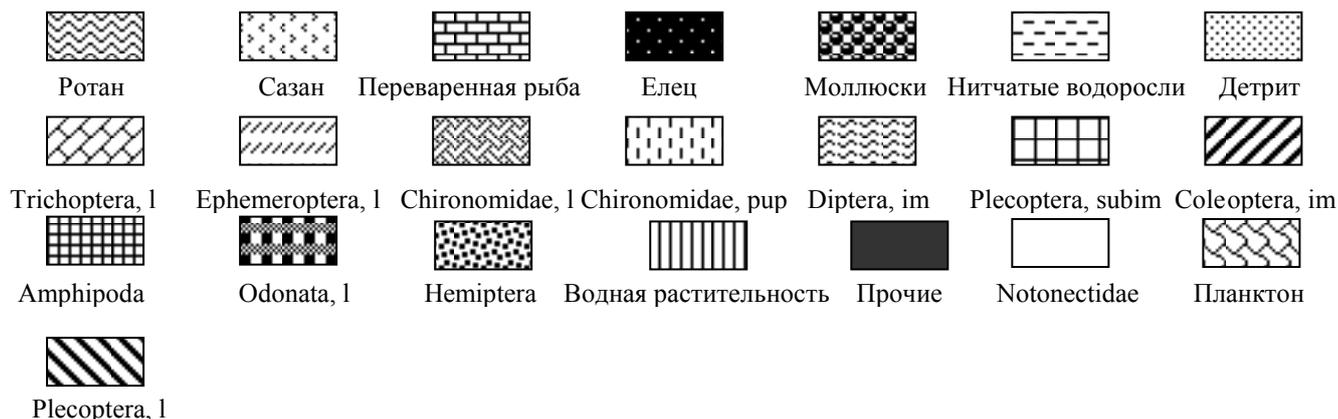


Рис. 7.1. Состав пищи (% по массе) ельца в старице р. Селенги в районе пос. Мурзино. 20.07.2012 г.

Условные обозначения к рисункам 7.1.–7.25



В этот же период в протоках верхней части дельты основу питания ельца составляли воздушно-наземные насекомые (47,8% по массе), представленные преимущественно полужесткокрылыми, составляющими более 90% этой группы. Растительная часть рациона состояла из фрагментов высшей водной растительности (16,7%) и нитчатых водорослей (10,7%) (рис. 7.2). Организмы зообентоса в питании ельца были представлены личинками поденок – *Caenis* sp. (19,5%) и ручейников (4,76%) родов *Oligoplectrodes* и *Apatania*. Интенсивность питания на этом участке была практически вдвое выше (94,9 ‰), а непитающиеся рыбы отсутствовали.

В августе в верхней части дельты у пос. Мурзино (протока Гусевская) елец в значительном количестве утилизировал зоопланктон (41,75% по массе) состоящий преимущественно из *Daphnia* sp., а также личинок ручейников (26,8%) и поденок (6,6%), представленных теми же родами, что и в июле (рис. 7.3).

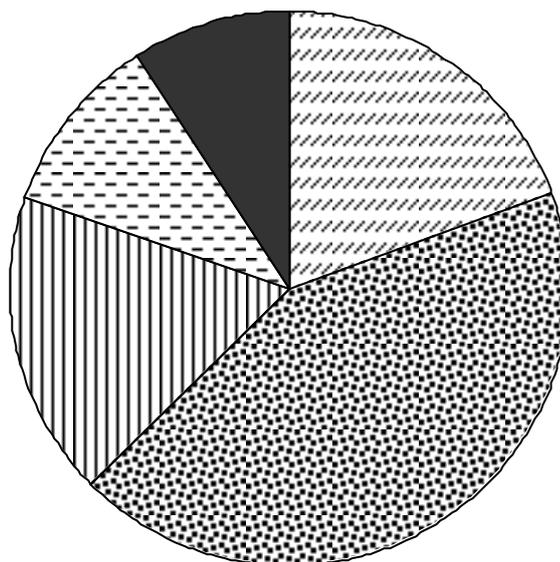


Рис. 7.2. Состав пищи ельца (% по массе) из верхней части дельты р. Селенги. 19.07.2012 г. (Условные обозначения на рис. 7.1)

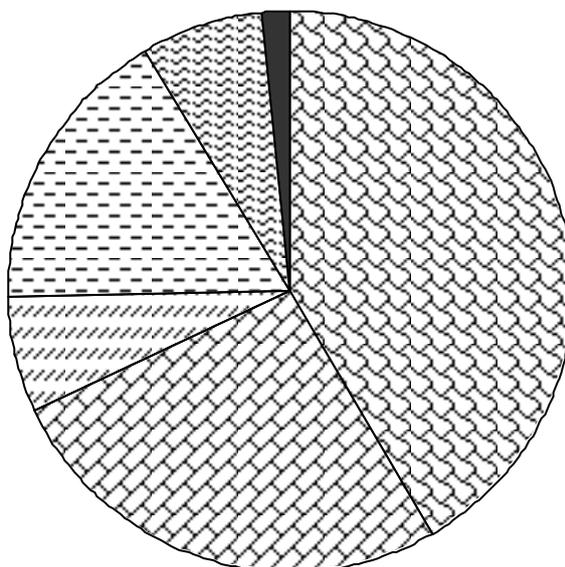


Рис. 7.3. Состав пищи ельца (% по массе) из верхней части дельты р. Селенги. 24.08.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

По сравнению с июлем, на этом участке несколько возросло потребление нитчатых водорослей (до 16,8% по массе), что обусловлено их массовой вегетацией. Вместе с тем, следует отметить практически четырехкратное снижение индекса наполнения пищеварительного тракта (до 25,5<sup>0</sup>/<sub>000</sub>) и значительное число непитающихся рыб в исследованной выборке (около 50%).

В октябре питание ельца существенно изменилось, основу его рациона составил детрит (54,74% по массе) (рис. 7.4), так же наиболее значимыми компонентами питания являлись личинки ручейников (19,41%) и высшая водная растительность (18,65%).

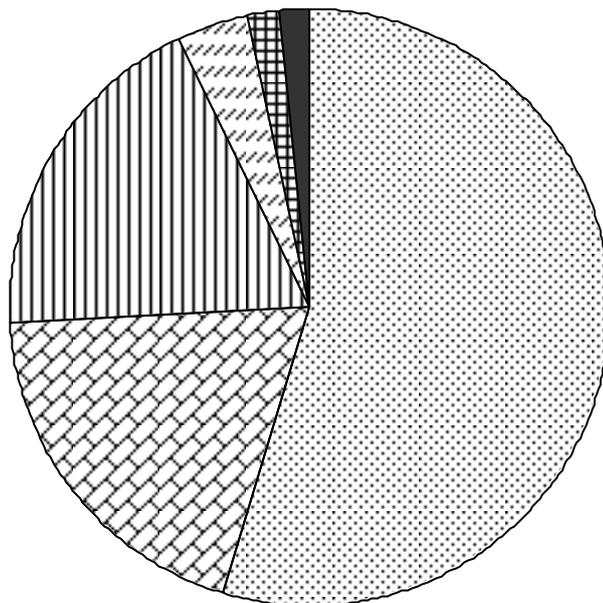


Рис. 7.4. Состав пищи ельца (% по массе) из верхней части дельты р. Селенги. 17.10.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В октябре в средней части дельты в питании ельца преобладала пища животного происхождения (74,3% по массе), среди которой наиболее значимыми группами были амфиподы (46,86% по массе) и личинки ручейников (22,84% по массе) (рис. 7.5). Растительная часть рациона состояла из фрагментов высшей водной растительности (11,15% по массе) и нитчатых водорослей (7,5%). Помимо этого, по-видимому, при захватывании пищи со дна потреблялось около 7% детрита.

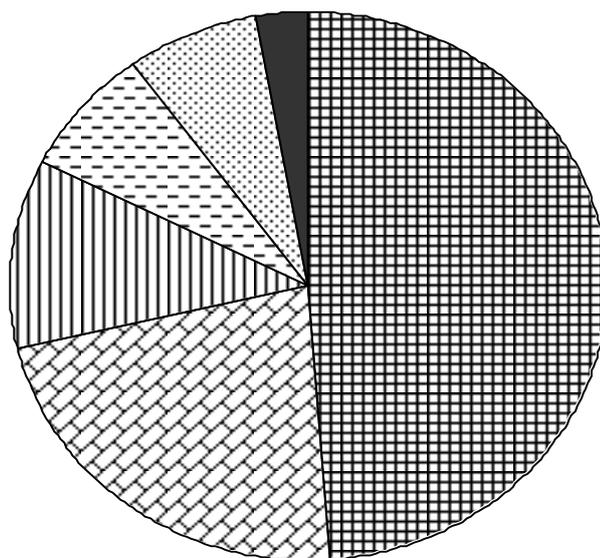


Рис. 7.5. Состав пищи ельца (% по массе) из средней части дельты р. Селенги. 17.10.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В нижней части дельты в октябре значение в питании ельца кормов не животного происхождения было значительно больше (80,6% по массе), чем в ее средней части. При этом доминировали детрит (32,97%) и нитчатые водоросли (31,69%) (рис. 7.6). Несколько меньшим было потребление фрагментов высшей водной растительности (15,96%). Корма животного происхождения были представлены только амфиподами (16,88% по массе) и личинками ручейников (2,5% по массе).

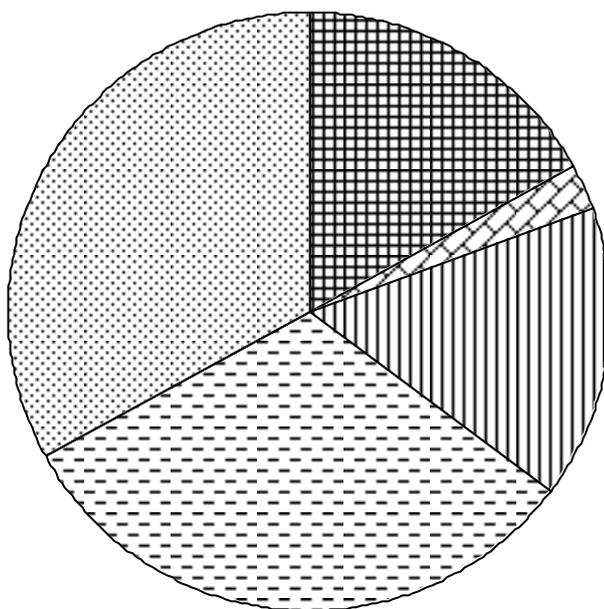


Рис. 7.6. Состав пищи ельца (% по массе) из нижней части дельты р. Селенги. 18.10.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

Интенсивность питания ельца в октябре во всех участках дельты была не высока и практически одинакова (29,10–29,99‰).

### Плотва

Населяет практически все водоемы дельты Селенги и Селенгинское мелководье до глубин в 10 м. Согласно опубликованным ранее данным, спектр питания плотвы на первом году жизни составляют организмы зоопланктона, личинки хирономид, амфиподы, водоросли и насекомые (Устюжанина-Гурова, 1971; Сорокина, 1977). По массе в рационе обычно преобладают либо организмы зоопланктона, либо личинки хирономид. В питании взрослых особей плотвы на Селенгинском мелководье (Устюжанина-Гурова, 1971) и в Посольском соре (Бекман, 1962) преобладают амфиподы. По данным А.И. Демина (1996), в 90-е гг. XX в. питание плотвы в пойменных водоемах дельты Селенги в летний период на 77,5% состояло из водорослей, на 15% из макрофитов и лишь 7,5% рациона составляли личинки хирономид.

Сходная закономерность (переход в летний период на питание растительной пищей) отмечена и у плотвы из озерно-соровой системы р. Верх. Ангары (Матвеев, Самусенок, 1999).

В июле, в период максимального подъема уровня воды, во всех участках дельты основу питания плотвы составляли нитчатые водоросли (до 60% массы съеденной пищи). В меньшем количестве потреблялись брюхоногие и двустворчатые моллюски (до 30% по массе) и детрит (рис. 7.7).

В этот же период в старице у пос. Мурзино (рис. 7.8) рацион плотвы был более разнообразен и включал, помимо указанных выше групп, личинок веснянок, ручейников, хирономид, воздушно-наземных насекомых и высшую водную растительность. Доминирующую роль в питании на этом участке играли брюхоногие моллюски сем. Planorbidae (59,6% по массе). Значительным также было потребление фрагментов высших водных растений (17,2%) и преимагинальных стадий веснянок (16,6%). Прочие организмы потреблялись единично.

Средние индексы наполнения пищеварительных трактов в обеих исследованных участках были близки, составляя соответственно 37,2 и 44,0 ‰, при этом все исследованные рыбы в первом случае активно питались, тогда как в старице 25 % рыб имели пустые пищеварительные тракты.

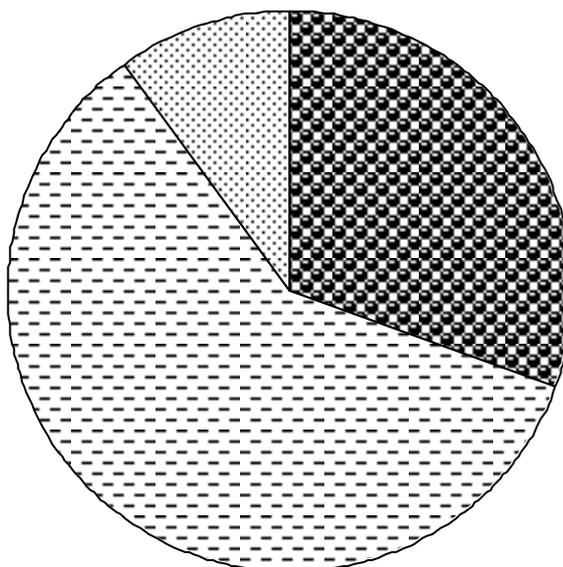


Рис. 7.7. Состав пищи (% по массе) плотвы из верхней части дельты р. Селенги. 20.07.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

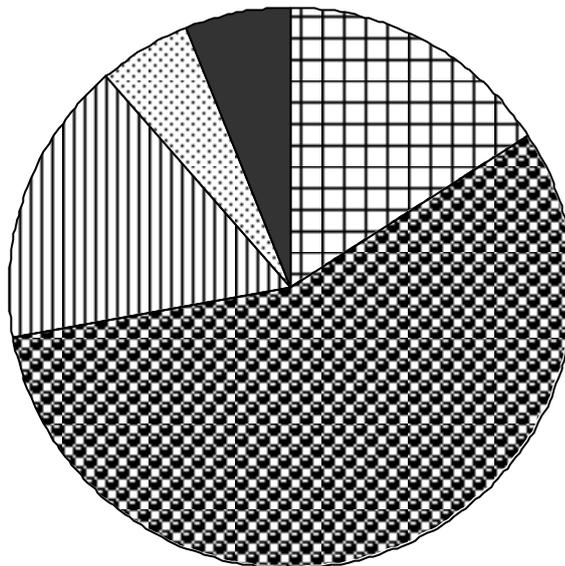


Рис. 7.8. Состав пищи (% по массе) плотвы в старице р. Селенги в районе пос. Мурзино. 20.07.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

Интенсивность питания плотвы в верхних участках дельты в августе резко снижается. Средние индексы наполнения желудочно-кишечных трактов составляют всего 12,4‰, а количество пустых трактов достигает 59 %. Основу пищевого комка в это время составлял детрит (80,3 % по массе), отмеченный практически у всех питающихся рыб. В значительно меньшем количестве потреблялись нитчатые водоросли (10,8%), зоопланктон (7,0%) и фрагменты высших водных растений (1,5%) (рис. 7.9).

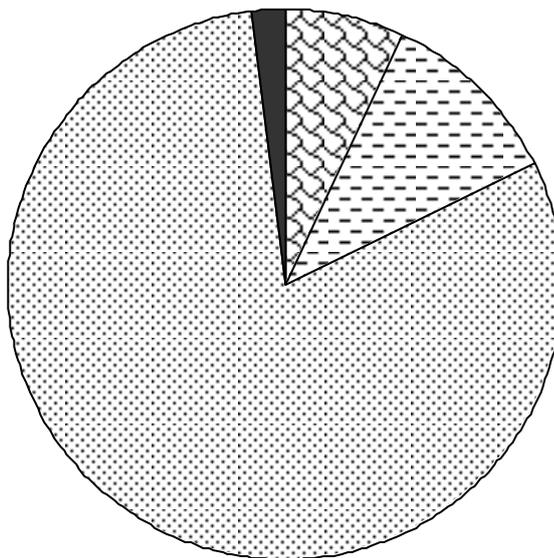


Рис. 7.9. Состав пищи (% по массе) плотвы из верхней части дельты р. Селенги. 24.08.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В сентябре в верхней части дельты животная часть рациона плотвы не превышала 25% по массе и состояла из брюхоногих и двустворчатых моллюсков с преобладанием первых (22,1%). Лишь в незначительно большем количестве потреблялись нитчатые водоросли (27,2% по массе) (рис. 7.10). Оставшуюся часть пищевого комка занимал детрит отмеченный в половине исследованных желудочно-кишечных трактов. По сравнению с предыдущими месяцами интенсивность питания плотвы в этом участке дельты увеличилась практически в 2 раза и составила в среднем 66 ‰.

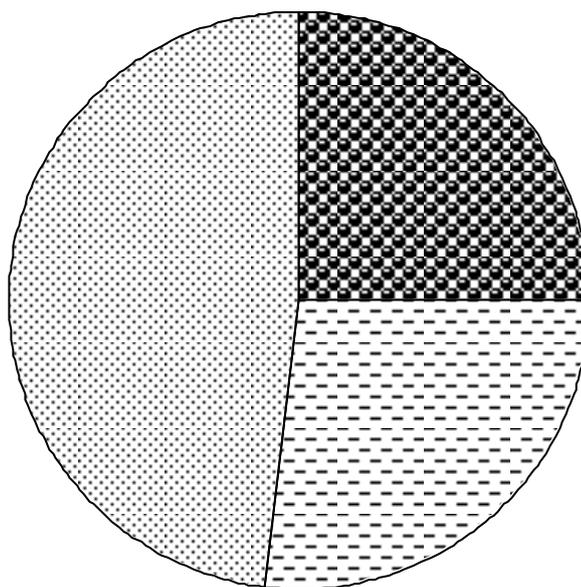


Рис. 7.10. Состав пищи (% по массе) плотвы из верхней части дельты р. Селенги, сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В средней части дельты, в этот период предпочитаемой пищей были брюхоногие моллюски, составляющие чуть больше половины рациона (53,35% по массе), нитчатые водоросли и фрагменты высшей водной растительности составляли 25,6 и 9,8% массы съеденной пищи соответственно (рис. 7.11). Потребление детрита не превышало 11,2%. Вместе с тем интенсивность питания плотвы на этом участке была практически в 2 раза ниже, чем в верхней части дельты (в среднем 27,6 ‰).

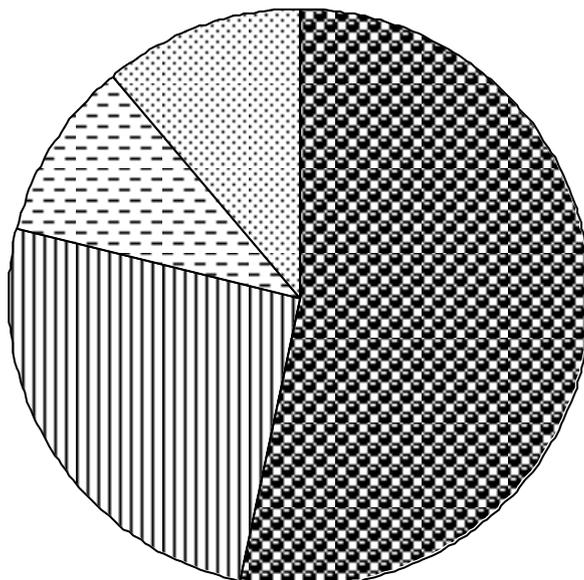


Рис. 7.11. Состав пищи (% по массе) плотвы из средней части дельты р. Селенги, сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

Значение брюхоногих моллюсков в питании плотвы в нижней части дельты в сентябре было еще более значительным, достигая 90% съеденной пищи. В незначительном количестве плотва утилизовала нитчатые водоросли (5,73% по массе), личинок ручейников (3,08%) и амфипод (1,21%). Интенсивность питания была близка к таковой у плотвы средней части дельты, составляя в среднем 33,36‰.

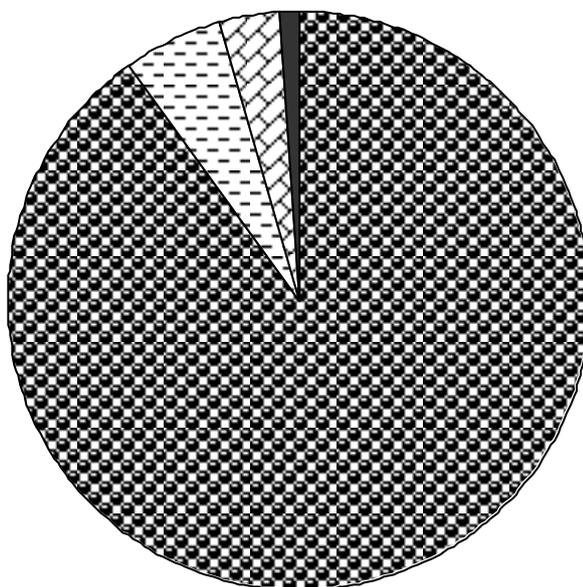


Рис. 7.12. Состав пищи (% по массе) плотвы из нижней части дельты р. Селенги, сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В октябре во всех участках дельты отмечается резкое снижение в рационе плотвы кормов животного происхождения. В верхней части дельты моллюски составляли лишь

5,58% массы съеденной пищи (рис. 7.13). Остальная часть приходилась на детрит. В средней части дельты значение детрита в питании плотвы было не так велико и не превышало 41,8% массы съеденной пищи (рис. 7.14). Более половины животной части съеденной пищи составлял зоопланктон (25,74% по массе), помимо которого были отмечены амфиподы (9,7%), брюхоногие моллюски (5,06%), личинки ручейников (3,38%), поденок и веснянок (по 2,53%). Фрагменты высшей водной растительности были отмечены у единичных особей и составляли 9,28% рациона.

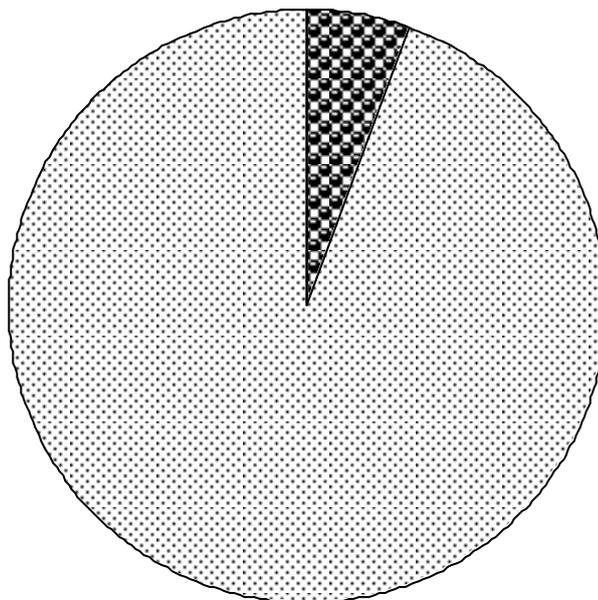


Рис. 7.13. Состав пищи (% по массе) плотвы из верхней части дельты р. Селенги, октябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

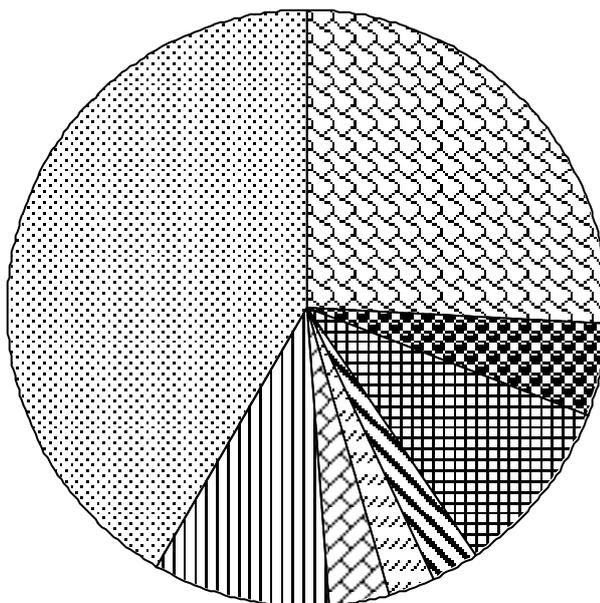


Рис. 7.14. Состав пищи (% по массе) плотвы из средней части дельты р. Селенги, октябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В нижней части дельты потребление плотвой младших возрастных групп детрита было еще меньшим (29,1% по массе) (рис. 7.15), в тоже время здесь увеличивалось использование в пищу нитчатых водорослей значение которых достигало 58,8% массы съеденной пищи. Из организмов зообентоса на этом участке плотвой поедались лишь амфиподы (12,13%) представленные видами родов *Gmelinoides* и *Cripturopus*.

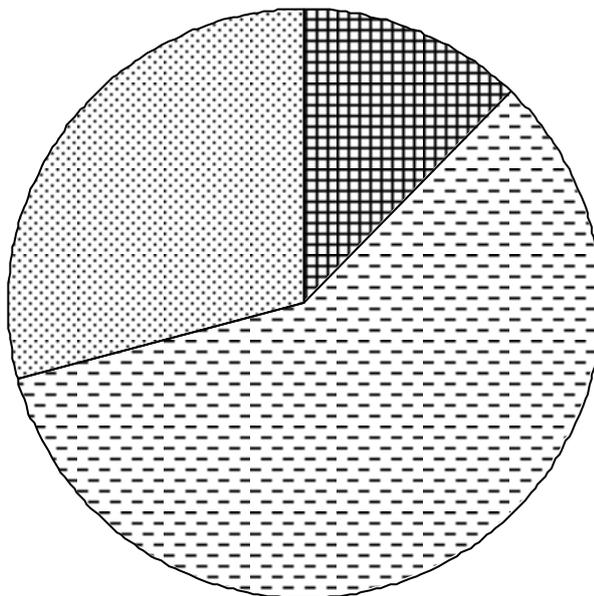


Рис. 7.15. Состав пищи (% по массе) плотвы в возрасте 2+ - 4+ из нижней части дельты р. Селенги, октябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В рационе плотвы старших возрастных групп занимали нитчатые водоросли (47,16% по массе) (рис. 7.16) На долю животной пищи приходилось 44,43% массы съеденной пищи, среди которой наиболее многочисленными были моллюски (29,31%). Остальные группы организмов отмечались единично и были представлены личинками ручейников (8,19%), зоопланктоном (6,48%) и амфиподами. Кроме того в питании отмечается высшая водная растительность (8,41%).

Интенсивность питания плотвы в октябре во всех участках дельты была значительно ниже чем в предыдущие месяцы, соответственно составляя 24,04, 18,88 и 16,48 ‰.

Таким образом в зависимости от сезона и места обитания предпочитаемой пищей плотвы в дельте р. Селенги становятся брюхоногие моллюски, нитчатые водоросли или детрит.

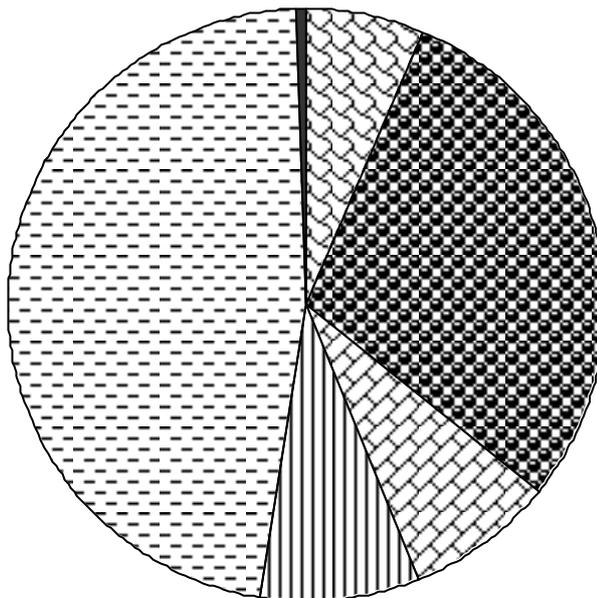


Рис. 7.16. Состав пищи (% по массе) плотвы в возрасте 6+ - 10+ из нижней части дельты р. Селенги, октябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

### Окунь

В настоящее время окунь является, по существу, единственным относительно многочисленным видом хищных рыб в дельте Селенги.

В 60-е годы в дельте реки молодь окуня длиной до 30 мм использовала в пищу низших ракообразных, личинок хирономид и молодь амфипод (Устюжанина-Гурова, 1971). С увеличением размеров рыб амфиподы постепенно замещают все остальные группы пищевых объектов. При достижении размеров в 130 мм он постепенно переходит на потребление рыбы, которая у крупных особей становится единственной пищей. Среди рыб основным объектом питания окуня служила песчаная широколобка, которую он потреблял как на мелководье, так и в водоемах поймы. В значительно меньшем количестве поедались сорога, желтокрылка и молодь омуля.

В Посольском соре в 60-е – 80-е годы XX в. (Рекстин, 1961; Бекман, 1962; Чупрова, Топорков, 1988) в рацион окуня входили следующие группы бентосных организмов: амфиподы, личинки и куколки хирономид, олигохеты, ручейники, поденки, низшие ракообразные и рыба, которая была представлена молодью окуня, омуля и ельца. Основу рациона составляли амфиподы (30 – 100 % по массе), среди которых доминировали *G. Fasciatus* и *M. Possolskii*. Интенсивность питания была достаточно высока и изменялась от 3,6 до 1147‰. Наиболее высокие индексы отмечались при потреблении рыбы.

В августе 1993 г. (Демин, 1996) в пойменных водоемах дельты р. Селенги пища окуня всех возрастов состояла из ротана, размеры которого колебались от 30 до 112 мм. В одном

желудке отмечались до 5 особей этого вида. Средний индекс наполнения желудков достигал 512‰.

В период наших исследований в старице у пос. Мурзино в июле рацион окуня также практически на 100% состоял из ротана. В одном желудке отмечалось от 1 до 4 особей размером от 24 до 82 мм (рис. 7.17). Средний индекс наполнения желудка у окуней из этой выборки составлял 72,1‰.

В августе в протоках верхней части дельты ротан также играл доминирующую роль в питании окуня (рис. 7.18), однако его весовая доля в пищевом комке здесь не превышала 77%. Из рыб, помимо ротана, в незначительном количестве потреблялась молодь сазана (2,7%), выпущенная после подрачивания из старицы у пос. Мурзино. В пищевом комке окуня в этот период в довольно значительном количестве отмечались нитчатые водоросли (16,9%), вероятно, заглатываемые при поимке жертв. Активность питания в этот период была невысока, питались только 36% исследованных рыб при среднем индексе наполнения в 19,6‰.

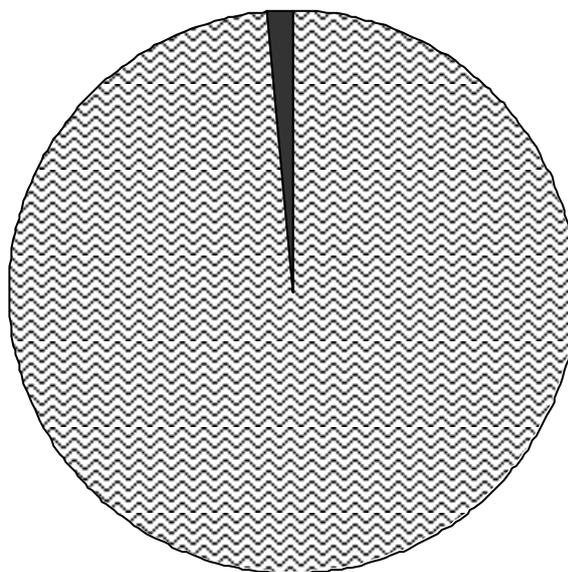


Рис. 7.17. Состав пищи (% по массе) окуня в старице р. Селенги в районе пос. Мурзино. 20.07.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В сентябре в верхней и средней частях дельты молодь окуня в возрасте 1+-2+ имела достаточно широкий спектр питания, включающий организмы зоопланктона, зообентоса и рыб. Основу рациона составляли бентосные организмы, среди которых преобладали личинки хирономид (30,68% по массе), водяные клопы (12,66%), личинки стрекоз (5,68%) и амфиподы (4,87%) (7.19).

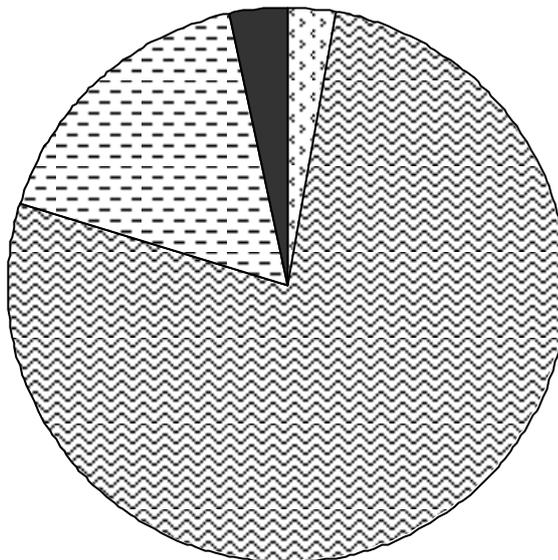


Рис. 7.18. Состав пищи (% по массе) окуня в верхней части дельты р. Селенги. 24.08.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

Рыба составляла 42,2% съеденной пищи и была представлена ротаном, молодь сазана и плотвы. Окунь в возрасте 3+ и старше питался исключительно рыбной пищей, среди которой наиболее многочисленной была молодь сазана (60% по массе). В меньшем количестве потреблялся ротан (22%) и молодь плотвы. Интенсивность питания взрослых особей была в десятком раз выше чем у молоди, достигая в среднем 267,6 ‰.

В октябре интенсивность питания окуня в дельте снижалась более чем в 3 раза составляя в среднем 93 ‰. Основу рыбного рациона окуня в этот период составляла плотва (39,26% по массе), помимо которой потреблялись елец (20,3%), ротан (17,6%), молодь сазана (12,8%) и ряд других видов.

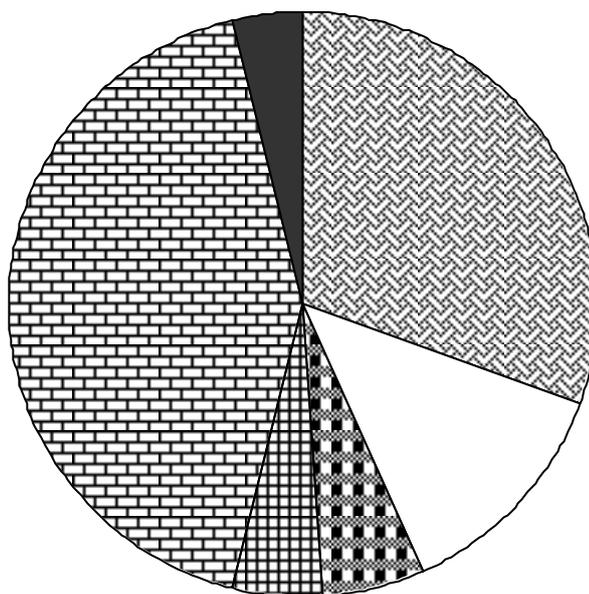


Рис. 7.19. Состав пищи (% по массе) окуня в возрасте 1+-2+ в верхней части дельты р. Селенги. сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

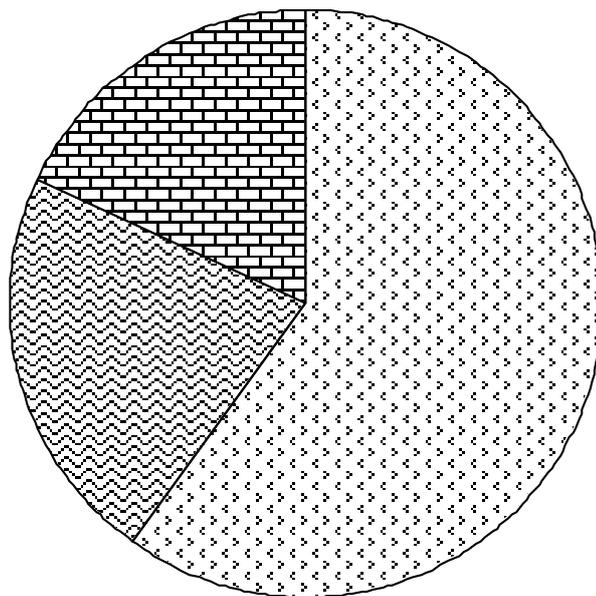


Рис. 7.20. Состав пищи (% по массе) окуня в возрасте 3+ и старше в верхней части дельты р. Селенги. сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

### Ротан-головешка

Населяет практически все мелководные водоемы в среднем и нижнем течении Селенги, имеющие постоянную или временную связь с рекой, прибрежную часть Селенгинского мелководья (Пронин и др., 1998; Болонев, Пронин, Дугаров, 2002; Litvinov, O’Gorman, 1996). Пик численности ротана в этих районах отмечался в середине – конце 90-х годов XX в. В последние годы отмечается значительное снижение численности, обусловленное переходом на питание этим видом как хищных видов рыб, так и практически всех рыбоядных птиц.

На первом – втором годах жизни основу питания ротана в мае – июле 1986–1989 гг. составляли организмы зоопланктона. В августе рыбы этих возрастных групп питались преимущественно личинками хирономид (96% по массе), а в сентябре хирономиды оставались основной пищей первой возрастной группы, тогда как двухлетки ротана предпочитали питаться молодью рыб (48–50% по массе). Оставшуюся часть рациона составляли личинки хирономид (21%), моллюски (17%) и личинки ручейников (10%) (Litvinov, O’Gorman, 1996).

В питании половозрелых особей (возраст 2–7 лет) отмечались те же группы пищевых компонентов, однако их соотношение было иным. В мае предпочитаемыми ротаном объектами питания являлись личинки ручейников (40%) и хирономид (24,5%); в июне –

рыба (40%) и личинки хирономид (30%); в июле – хирономиды (50%) и рыба (24%); в августе – личинки хирономид (37%) и практически в равных пропорциях личинки ручейников, моллюски и рыба; в сентябре – рыба (33%), личинки ручейников (27%) и моллюски (26%); в октябре – личинки хирономид (35%), моллюски (29%) и личинки ручейников (25%).

В июле 2012 г. в старице у пос. Мурзино основу питания ротана составляли брюхоногие моллюски (52,93% по массе) (рис. 7.21) среди которых предпочитались виды сем. Limnaeidae (40,6%) и Planorbidae (12,3%). Достаточно широким в рационе был ассортимент личинок амфибиотических насекомых (поденки, стрекозы, ручейники, жуки, хирономиды, мокрецы и др.), однако лишь личинки поденок (16,5% по массе) и хирономид (4,8%) были достаточно многочисленны. Рыба в питании ротана в этот период была представлена молодь собственного вида (8,6%) и молодь сазана (3,1%).

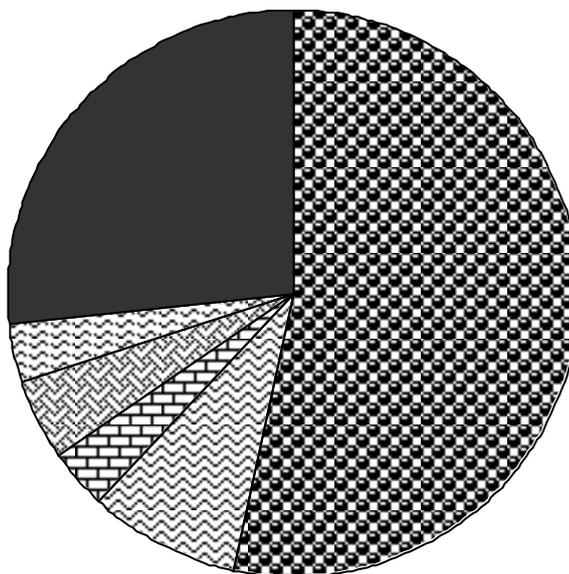


Рис. 7.21. Состав пищи (% по массе) ротана-головешки из старицы р. Селенги в районе пос. Мурзино. 20.07.2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В августе в этом же районе ротан питался наиболее доступной и многочисленной в этом месте молодь сазана (72,6 %). Роль моллюсков, представленных теми же видами, в значительной мере снижалась и не превышала 14,2%. Из личинок амфибиотических насекомых лишь личинки ручейников (5,1%) и хирономид (2,2%) продолжали играть в питании заметную роль (рис. 7.22).

Интенсивность питания рыб в оба периода исследований была невысока. Средний индекс наполнения желудков был равен соответственно 24,9 и 20,9‰, а непитающиеся рыбы составляли 17,2 и 18,8%.

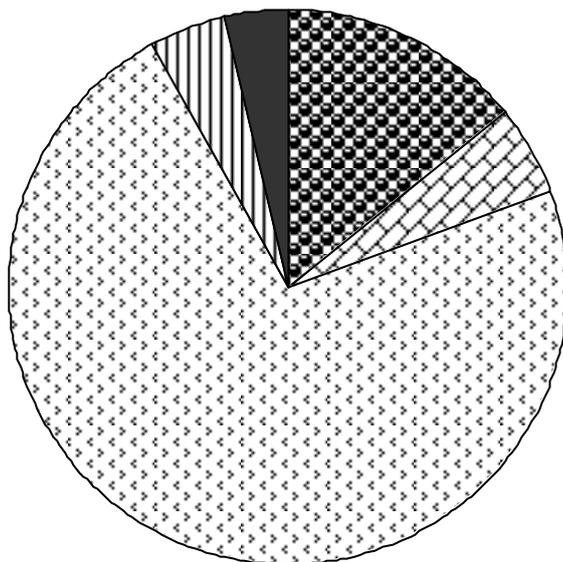


Рис. 7.22. Состав пищи (% по массе) ротана-головешки из старицы р. Селенги в районе пос. Мурзино. Август 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В сентябре основу питания сеголеток ротана в старице у п. Мурзино составляли личинки хирономид (87,5% по массе) отмеченные во всех исследованных желудках содержащих пищу. Остальные компоненты питания, такие как, зоопланктон, личинки двукрылых и поденок встречались в пищевом комке в примерно равном соотношении (4,03 – 4,44% массы съеденной пищи) (рис. 7.23).

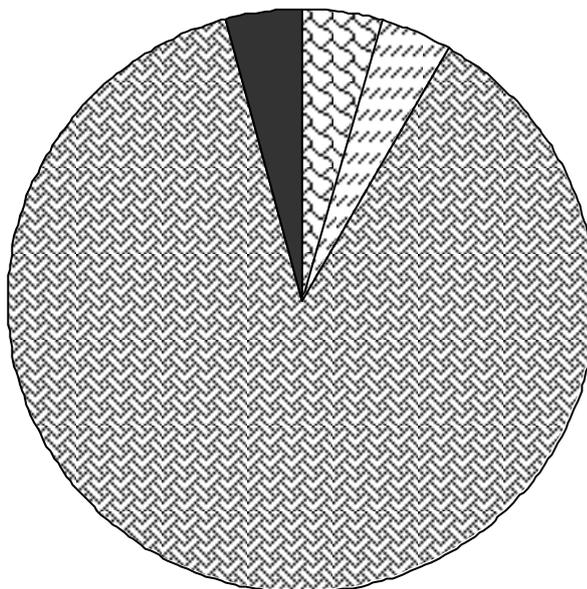


Рис. 7.23. Состав пищи (% по массе) сеголеток ротана-головешки из старицы р. Селенги в районе пос. Мурзино. Сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

В рационе двух- трехлеток преобладала рыбная пища (58,55% по массе) представленная только сеголетками собственного вида (рис. 7.24). Оставшаяся часть съеденной пищи практически полностью состояла из личинок амфибиотических насекомых, представленные стрекозами (21,7% по массе), хирономидами (7,24%), ручейниками (6,9%) и поденками (3,29%). Единично отмечались организмы зоопланктона и фрагменты высшей водной растительности.

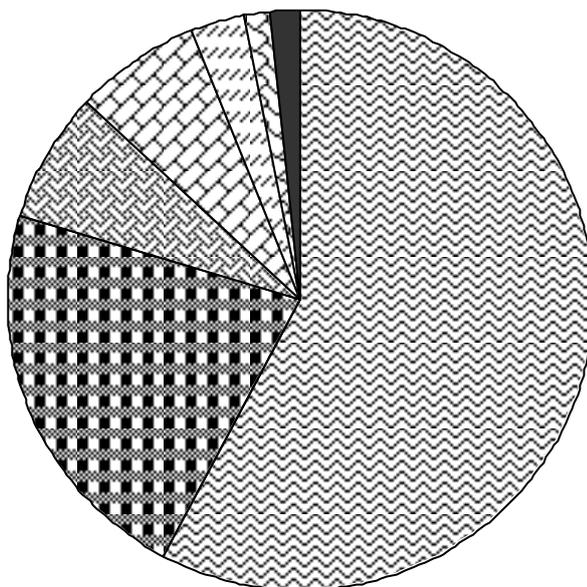


Рис. 7.24. Состав пищи (% по массе) двухлеток ротана-головешки из старицы р. Селенги в районе пос. Мурзино. Сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

У крупных, взрослых особей (возраст 3+ и старше) доля рыбной пищи была несколько ниже (45,85% по массе), а в ее составе помимо ротана были отмечены сеголетки амурского сазана (10,05% по массе) (рис. 7.25). Лишь несколько меньшим было потребление крупных брюхоногих моллюсков вида *Limnaea auricularia* (38,17% по массе при встречаемости в 80% исследованных желудков). Достаточно высоким было также потребление личинок ручейников (11,1% по массе). Личинки остальных групп амфибиотических насекомых (стрекозы, поденки, жесткокрылые, хирономиды) и двустворчатые моллюски утилизировались в незначительном количестве.

Наиболее высокая интенсивность питания в этот период отмечалась у крупных взрослых особей (средний индекс наполнения желудков 151,1‰), рыбы младших возрастных групп имели практически в 3 раза меньшие индексы наполнения (34,4–55,5‰).

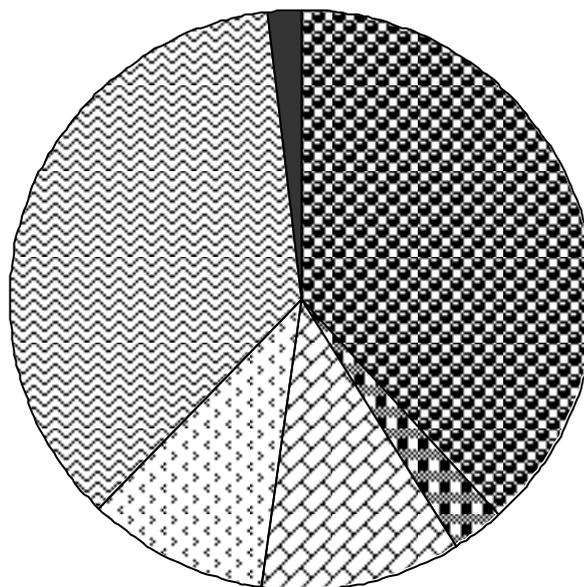


Рис. 7.25. Состав пищи (% по массе) старшевозрастных групп ротана-головешки из старицы р. Селенги в районе пос. Мурзино. Сентябрь 2012 г. (Условные обозначения см. рис. 7.1)

Результаты проведенного анализ питания доминирующих видов рыб дельты Селенги из уловов на трех реперных точках в верхней, средней и нижней ее частях свидетельствуют о важном значении в их рационе во все сезоны исследований растительной составляющей, включающей преимущественно нитчатые водоросли. Более детальный анализ растительной составляющей пищи, проведенный при микроскопировании при увеличении x80, позволил не только установить видовой состав и доминирующие виды нитчаток, но и обнаружить в питании плотвы и ельца значительное число одноклеточных водорослей, развивающихся на поверхности нитчаток и потребляемых вместе с ними. Ниже мы приводим список видов водорослей, обнаруженных в пищевом комке карповых рыб дельты Селенги:

#### ВАСИЛЛАРИОФУТА

1. *Aulacoseira granulata* с ауксоспорами, часто
2. *Cocconeis* cf. *placentula* очень редко
3. *Cymbella* sp. с очень крупными створками, редко
4. *Diatoma* sp. единично
5. *Epithemia* sp. редко
6. *Fragilaria capitata* редко
7. *Fragilaria capucina* часто
8. *Fragilaria crotonensis* единично

9. *Fragilaria ulna* очень часто
10. *Gomphonema augur* единично
11. *Gomphonema constrictum* редко, в виде небольших колоний
12. *Melosira varians* очень много
13. *Navicula* sp. часто
14. *Rhopalodia gibba* var. *gibba* редко
15. *Tabellaria* sp. очень редко

#### CHLOROPHYTA

1. *Coelastrum microporum* редко
2. *Dictyosphaerium pulchellum* часто
3. *Kirchneriella lunaris* единично
4. *Monoraphidium arcuatum* часто
5. *Oocystis* sp. редко
6. *Pediastrum boryanum* редко
7. *Pediastrum duplex* очень редко
8. *Pediastrum tetras* редко
9. *Scenedesmus quadricauda* часто
10. *Willea irregularis* единично

#### STREPTOPHYTA

1. *Desmidium swartzii* нечасто
2. *Spirogyra* sp. ster. 1-2 клеточные фрагменты нитей 65 мкм шир., очень редко
3. *Moudeotia* sp. ster. 1-3 клеточные фрагменты нитей, часто
4. *Hyalotheca dissiliens* var. *dissiliens* в массе, основной компонент пищи
5. *Staurastrum* spp. 4 вида, очень много
6. *Cosmarium* spp. 3 вида, очень много
7. *Xanthidium* sp. очень редко
8. *Closterium* sp. редко

#### CYANOPHYTA

1. *Oscillatoria* sp. единично

Следует отметить, что нити *Hyalotheca dissiliens* сохраняются в пищеварительном тракте рыб наиболее хорошо, что связано, по-видимому, с наличием толстого слизистого чехла вокруг клеток. В то же время другие стрептофитовые нитчатки (спирогира, мужоция), лишённые слизи, быстро быстро перевариваются. Диатомовые и десмидиевые хорошо сохраняются благодаря наличию панцирей и твёрдых оболочек.

Нитчатые водоросли, выражено развитые практически во всех участках дельты, представляют собой практически неограниченный пищевой ресурс для карповых рыб (помимо плотвы и ельца также язь, лещ, сазан). В свою очередь, питаясь нитчатыми водорослями, карповые в определенной мере способствуют очищению вод от их излишков.

Более низкое значение организмов зообентоса в питании основных видов рыб в период исследований в 2012 г. по сравнению с результатами за предыдущие годы (литературные данные) может быть обусловлено влиянием паводка аномального уровня, продолжавшегося практически в течение всего лета. Высокие уровни и значительные скорости течения обусловили усиленные и продолжительные изменения конфигурации русловых протоков, перемывание грунтов и изменения их структуры, что, несомненно, сказалось на организмах зообентоса и привело к изменению структуры их сообществ и снижению количественных показателей (см. глава 6), что, в свою очередь, отразилось на картине их потребления рыбами.

Проведенный анализ избирательности питания доминирующих видов рыб в отношении организмов зообентоса свидетельствует о том, что в летние месяцы (июль, август) рыбы использовали бентосные организмы в значительно более низких пропорциях, чем последние представлены в донных сообществах, либо вовсе не использовали их. Это свидетельствует о незначительной степени воздействия рыб на них в этот период.

В осенний период (сентябрь, октябрь) по мере снижения уровня воды и скоростей течения происходит стабилизация донных грунтов, что, в свою очередь, приводит к восстановлению структуры сообществ зообентоса и росту его количественных показателей. Вместе с тем, по ряду причин, указанных в предыдущих главах отчета, происходит значительное снижение развития нитчатых водорослей и их доступности для рыб, что обуславливает повышение в их рационе значимости зообентоса. При этом в верхних участках дельты основное воздействие оказывается на моллюсков, индекс элективности (избирательности)  $E$  которых достигает +1. В средних и нижних участках помимо моллюсков ( $E=+0,8-0,95$ ) с достаточно высокой интенсивностью элиминируются амфиподы ( $E=+0,2-0,25$ ).

Вряд ли стоит констатировать какое-либо воздействие на зообентос таких видов-интродуцентов, как амурский сазан, лещ и амурский сом, численность которых здесь в современный период невысока. Анализ небольших материалов по питанию этих видов свидетельствует о том, что амурский сазан и лещ имеют характер питания, сходный с таковым у плотвы и ельца, и, таким образом, в период интенсивного летнего откорма могут в значительном количестве использовать практически не ограниченные растительные ресурсы водоемов дельты. Сом ведет хищный образ жизни и практически не оказывает

воздействия на организмы зообентоса. Иная ситуация с ротаном. Впервые проникнув в бассейн Байкала в 1969 г., он быстро заселил все благоприятные местообитания. Пик его численности в дельте Селенги отмечался в середине – конце 90-х гг. XX в. В последние годы произошло значительное снижение его численности, поскольку он оказался включенным в рацион практически всех видов хищных рыб и рыбоядных птиц. К сожалению, в период пика его численности не проводилось детальной оценки его воздействия на зообентос. В современный период численность ротана стабилизировалась, его обитание в дельте в основном приурочено к полуизолированным и изолированным мелководным водоемам, где и локализована его основная численность. Практически все возрастные группы этого вида оказывают заметное воздействие на организмы зообентоса. Молодые возрастные группы с высокой избирательностью потребляют личинок хирономид ( $E=+0,95-1,0$ ) и мелких ручейников ( $E=+0,75-0,85$ ). Рыбы старших возрастных групп, помимо этого, предпочитают моллюсков ( $E$  до  $+1$ ). Следует отметить, что к осени в отшнурованных водоемах ротаном выедаются практически все бентосные организмы, даже крупные личинки стрекоз. При этом более крупные особи переходят на питание меньшими по размеру особями собственного вида. Наиболее эффективным методом сдерживания численности ротана является биологический, основанный на поддержании высокой численности хищных рыб (щука, окунь, сом) и рыбоядных птиц.

## 8. Твердые бытовые отходы (ТБО) на побережье реки Селенга

Оценку степени загрязнения ТБО берегов р. Селенги проводили на протяжении всего периода исследований – с июля по сентябрь. В октябре погодные условия не позволили этого сделать. Площадки для оценки были заложены: 18 июля – напротив стационара ФГБУ «Байкалрыбвод» и 22 сентября - на правом берегу протоки Воробьяха (остров Яракшин), три площадки общей площадью  $2200 \text{ м}^2$  (рис. 8.1, Таблица 8.1, и на левом («материковом») берегу общей площадью  $700 \text{ м}^2$  (рис. 8.2, Таблица 8.1) в окрестностях поселка Творогово (1 км выше стационара ФГБУ «Байкалрыбвод»), на типичном для побережья Селенги безлесном плоском пространстве.

Таким образом, количество мусора на единицу площади на островной части ( $2,17 \text{ кг}/100 \text{ м}^2$ ) оказалось большим, чем на материковом берегу ( $1,33 \text{ кг}/100 \text{ м}^2$ ).

В значительном количестве присутствовали стеклянные бутылки (24%), жестяные изделия (консервные банки и др.) (19%). Основную массу ТБО составляли различные изделия из бытового пластика: бутылки (7%), пищевая упаковка, пробки, пакеты, разовая посуда, одежда, обувь, детские игрушки, упаковочные ящики (46%).

Кроме того, скопления мусора встречались на берегах и в зоне уреза воды в разных местах дельты весь период наблюдений (Рис. 8.3).

Таблица 8.1

Характеристика скоплений мусора на берегах р. Селенга

Расположение площадки	Площадь, м <sup>2</sup>	Масса мусора, кг	Объем мусора, л	Количество ТБО, кг на 100 м <sup>2</sup>
18.07.2012 г.				
Напротив стационара	625	9	80	<b>1,44</b>
22.09.2012 г.				
Остров Яракшин. Площадка № 1.	1200	25	20	2,1
»» Площадка № 2.	500	9,2	80	1,84
»» Площадка № 3.	500	13	80	2,6
<b>Средняя</b>				<b>2,17</b>
Левый берег протоки Воробьиха. Площадка № 4.	350	4,7	20	1,34
»» Площадка 5.	350	4,6	20	1,31
<b>Средняя</b>				<b>1,33</b>



Рис. 8.1. Площадки для учёта мусора на острове Яракшин.



Рис. 8.2. Довольно типичная картина скоплений ТБО на левом берегу протоки Воробьяха.



Рис. 8.3. Скопления мусора на берегах р. Селенги в 2012 г.

## Заключение

Исследования по проекту проводились в экстремальный по ряду абиотических факторов (см. соответствующие разделы отчета) год. В 2012 году в авандельте реки Селенга наблюдался максимальный уровень воды за последние 14 лет. По устному сообщению сотрудников станции «Байкалрыбвод» за сутки уровень мог подниматься на 30-40 см, соответственно с поднятием уровня резко менялись и другие абиотические параметры: скорость течения, количество органического вещества и другие гидрохимические показатели; на некоторых станциях отбора проб даже произошла смена грунтов (см. раздел «Атлас грунтов»). В связи с чем, результаты о количественных и качественных характеристиках зообентоса и условиях обитания гидробионтов могут существенно отличаться от «типичных» лет малой и средней водности.

К сожалению, опубликованные сведения о количественных и качественных показателях зообентоса дельты реки Селенга (дночерпательные пробы) в летне-осенний период отсутствуют, поэтому наши данные характеризуются значительной новизной. Составлен первый атлас грунтов бентосной зоны (большая часть которого представлена в отчете) на исследованных станциях, который может быть основой для дальнейшего изучения донной фауны и флоры реки Селенга. Получены первые сведения по составу, количественным характеристикам и механизму образования БСД, а также ТБО на побережье основного русла реки. Представленная информация по БСД и ТБО может служить в качестве фоновой при проведении научно-исследовательских работ и в мониторинге дельты реки Селенга в будущем. Детально исследовано питание основных бентосоядных рыб дельты и оценено их воздействие на организмы зообентоса. Установлено, что в период летнего интенсивного нагула рыбы используют в основном практически неограниченные растительные ресурсы и лишь в осенний переходят на преимущественное питание организмами зообентоса. Однако их воздействие на зообентос не высоко в связи с завершением периода интенсивного откорма.

Результаты гидрохимических исследований, проведенных сотрудниками Лимнологического института СО РАН, являются прямым свидетельством высокой трофности реки Селенга. Таксономический состав и количественные характеристики БСД в августе – сентябре 2012 - косвенные подтверждения этого вывода. Известно, что виды родов *Cladophora* и *Oedogonium* - показатели высокой трофности вод. По сообщению Вотяковой Н.Е. (1981), проводившей исследования в 70-80-е годы прошлого века, *Cladophora* в реке Селенга в массовом количестве не отмечалась.

Как показали наши исследования, прибрежная зона дельты сильно загрязнена твердыми бытовыми отходами. Их скопления обнаруживаются по обеим сторонам



**UNDP-GEF project**  
**"Integrated Natural Resource Management in the Baikal Basin Transboundary Ecosystem"**



побережья основного русла как в приуезовой зоне, так и прибрежной на расстоянии до 20 – 25 метров. Мы настоятельно рекомендуем включить мониторинг твердых бытовых отходов в общую систему мониторинга реки Селенга, поскольку их значительная часть поступает в озеро Байкал.

## Литература

1. Базова Н.В. Пространственно-временное распределение зообентоса р. Селенга и оз. Гусиное: Автореф. дис. ...канд. биол. наук / Н.В. Базова. – Улан-Удэ, 2004. – 21 с.
2. Барам Г.И. Применение микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием для определения анионов в объектах окружающей среды / Г.И. Барам, А.Л. Верещагин, Л.П. Голобокова. – Аналит. химия, 1999. – Т.54, № 9. – С. 962–965.
3. Барина С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Барина, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.
4. Бекман М.Ю. Экология и продукция *Micruropus posolskii* Sow., *Gmelinoides fasciatus* Stebb. / М.Ю. Бекман // Тр. Лимнол. ин-та. – 1962. – т. 2(22). – С. 141–156.
5. Болонев Е.М. Ротан – амурский «завоеватель» в Байкальском регионе / Е.М. Болонев, Н.М. Пронин, Ж.Н. Дугаров. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. – 48 с.
6. Вершинин Н.В. Донная фауна р. Селенги и ее рыбохозяйственное значение / Н.В. Вершинин // Тр. Сиб. отделения ГосНИИОРХ, Т. VIII. – Красноярск, 1964. – С. 219–249.
7. Волобаев П. А. Харовые водоросли (Charophyta) Кемеровской области / П. А. Волобаев. – Кемерово, 1990. – 9 с. Деп. в ВИНТИ 06.06.90, N 3040-B90.
8. Вотякова Н.Е. Роль фитобентоса в прибрежно-дельтовых водоемах оз. Байкал / Н.Е. Вотякова // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2010. – Т. 3, № 3. – с. 71–81
9. Вотякова Н.Е. Систематическая характеристика водорослей обрастаний / Н.Е. Вотякова // Экология растительности дельты реки Селенги. – Новосибирск : Наука, 1981. – с. 61–73.
10. Габышев В.А., Габышева О.И. Водоросли планктона реки Анабар / В.А. Габышев, О.И. Габышева // Вест. Томск. гос. ун-та. – 2009. – № 324. – С. 354–358.
11. Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал / отв. ред. А.К. Тулохонов, А.М. Плюснин. – Новосибирск : изд-во СО РАН, 2008. – 314 с.
12. Демин А.И. Биология промысловых рыб дельты реки Селенги / А.И. Демин // Ихтиологические исследования озера Байкал и водоемов его бассейна в конце XX века. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1996. – С. 113 – 121.
13. Жукинский В.Н. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши / В.Н. Жукинский, О.П. Окснюк, Г.Н. Олейник, С.И. Кошелев // Гидробиол. жур. – 1981. – Т.17, №2. С. 38–49.
14. Ижболдина Л.А. Мейо- и макрофитобентос озера Байкал (водоросли) / Л.А. Ижболдина. – Иркутск, 1990. – 176 с.

15. Картушин А.И. Биология сибирской плотвы, язя, ельца и карася в системе оз. Байкал / А.И. картушин // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне оз. Байкал. – Иркутск, 1958. – С. 334–377.
16. Киприянова Л. М. Разнообразие и экология сообществ харовых водорослей в равнинных озерах юга Западной Сибири (Новосибирская область) / Л. М. Киприянова // Тез. докл. X Съезда гидробиол. общества при РАН (г. Владивосток, 28 сентября - 2 октября 2009 г.). – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 184–185.
17. Киселёв И.А. Методы исследования планктона / И.А. Киселёв // Жизнь пресных вод. – М.-Л., 1956. – Т.4, ч. 1. – С. 140–416.
18. Куклин А.П. Макрофитные водоросли – индикаторы загрязнения речной сети урбанизированных территорий (на примере района г. Читы) / А.П. Куклин, Л.В. Замана // Материалы конф. «Эволюция биогеохимических систем (факторы, процессы, закономерности) и проблемы природопользования» и симпозиума «Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования», посвященных 30-летию ИПРЭК СО РАН (27-30 сентября 2011 г.). – Чита, 2011. – С. 106–108.
19. Куклин А.П. Макрофитные водоросли – индикаторы загрязнения речной сети приграничных территорий (на примере Кыринского района Забайкальского края) / А.П. Куклин // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия: Сб. науч. мат. – Вып. 2. – Чита: Экспресс-издательство, 2011. – С. 117–121.
20. Лапиров А.Г. К вопросу о гидрботанической терминологии / А.Г. Лапиров // Бот. журн. – 2006. – Т. 91, № 3. – С. 411–420.
21. Матафонов Д.В. Макрозообентос / Д.В. Матафонов / Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 192–196.
22. Матвеев А.Н. Влияние изменения уровня озера на биологические показатели рыб прибрежно-соровой зоны Северного Байкала / А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок // Гидроэнергетика и состояние экосистемы озера Байкал.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999.– С. 95 – 121.
23. Мейер К.И. Введение во флору водорослей озера Байкал / К.И. Мейер // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1930. – Т. 39, № 3-4. – С. 179–396
24. Мейер К.И. К флоре водорослей о. Байкал и Забайкалья / К.И. Мейер, Л.В. Рейнгардт // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1925. – Т. 33, № 3-4. – С. 201–243.
25. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при

- гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Бактериопланктон и его продукция. / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, ЗИН АН СССР. – 22 с.
26. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Бактериопланктон и его продукция. / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, ЗИН АН СССР - 22 с.
27. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
28. МУК 4.2.1884–04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов // М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – С. 25–58.
29. Никулина В.Н. Индикаторное значение водорослей планктона в эстуарии реки Невы. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем / В.Н. Никулина // Сб. материалов международной конференции. – СПб.: Любавич, 2011. – С. 64.
30. Охалкин. А.Г. Опыт применения системы сапробности к оценке качества воды реки Волги / А.Г. Охалкин // Сб. материалов международной конференции. – СПб.: Любавич, 2011. – С. 64.
31. Поповская Г.И. О фитопланктоне дельтовых протоков р. Селенги / Г.И. Поповская // Изв. Сиб. отд. АН СССР. – 1960. – №3. – С. 71–80.
32. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 155 с.
33. Пронин Н.М. Сравнительная экология и паразитофауна экзотических вселенцев в Великие озера мира: ротана-головешки (*Percottus glehni*) в оз. Байкал и ерша (*Gymnocephalus cernuus*) в оз. Верхнее / Н.М. Пронин, Д.Х. Селгеби, А.Г. Литвинов, С.В. Пронина // Сиб. эко. журн. – 1998. – Т. 5. – С. 397–406.
34. Распопов И.М. О некоторых понятиях гидробиологии / И.М. Распопов // Гидробиол. журн. – 1978. – Т. 14, № 3. – С. 20–26
35. Рекстин Б.К. О питании окуня Посольского сора / Б.К. Рекстин // Материалы к конференции молодых ученых. – Благовещенск, 1961. – Вып. 2. – С. 83–89.
36. Родина А.Г. Методы микробиологического исследования водоемов / А.Г. Родина. – М. «Наука», 1965.
37. Романенко В.И. Экология микроорганизмов пресных вод. Лабораторное руководство / В.И. Романенко, С.И. Кузнецов. – М.: Наука, 1974.
38. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – 2009 Ростов-на-Дону. «НОК». – 1044 с.

39. Рундина Л.А. Зигнемовые водоросли России / Л.А. Рундина. – СПб.: Наука, 1998. – 351 с.
40. Рысин Л.П. Тип экосистемы как элементарная единица в оценке биоразнообразия на экосистемном уровне / Л.П. Рысин // Экология. – 1995. – № 4. – С. 259–262.
41. Савич Н.М. Посольское болото / Н.М. Савич // Геоботанические исследования на Байкале. – М.: Наука, 1967. – С. 302–340
42. Санитарно-микробиологический анализ воды поверхностных водных объектов. МУК 4.2.1884-04.
43. СанПин 2.1.5. 980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». – 2004.
44. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод // М.: Минздрав России, 2000.
45. Свириденко Б.Ф. Использование гидромакрофитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины / Б.Ф. Свириденко, Ю.С. Мамонтов, Т.В. Свириденко. – Омск: Амфора, 2011. – 231 с.
46. Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология / В. Сладечек // Материалы I съезда Всесоюзн. Гидробиол. общ-ва. – М.: Наука, 1967. – С. 26–31.
47. Сорокина А.А. Питание молоди рыб Селенгинского района Байкала / А.А. Сорокина. – Новосибирск : Наука, 1977. –112 с.
48. Сыроежкина Н.В. Донное население и биосток р. Селенги / Н.В. Сыроежкина / Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах: Тез. докл. III совещ. (Лиственничное на Байкале, 2-8 сент. 1973 г.) . – Лиственничное на Байкале, 1973. – С. 15–15.
49. Ташлыкова Н.А Первичная продукция фитопланктона, эпифитных водорослей и высших водных растений в протоках дельты реки Селенги / Н.А. Ташлыкова, А.П. Куклин, Б.Б. Базарова // Вест. КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 106–112.
50. Ташлыкова Н.А. Фитопланктон дельтовых протоков реки Селенги и сора Черкалово / Н.А. Ташлыкова, Г.И. Поповская // Экологические особенности развития. – М., 2010. – 192 с.
51. Тимошкин О.А. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы / О.А. Тимошкин, А.Н. Сутурин, Н.А. Бондаренко и др. // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. «Биология. Экология». – 2011. – Т. 4, № 4. С. 75–110.

52. Устюжанина-Гурова Л.А. Питание и пищевые взаимоотношения бентоядных рыб / Л.А. Устюжанина-Гурова // Лимнология придельтовых пространств Байкала (Селенгинский район). – Л.: Наука, 1971. – С.132–157.
53. Чемерис Е.В. Криптогамные макрофиты в водных экосистемах: разнообразие, сообщества, экологическая роль / Е.В. Чемерис, А.А. Бобров // Материалы VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам "Гидробиотаника 2005" (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). – Рыбинск: ОАО "Рыбинский Дом печати", 2006. – С. 71–86.
54. Чемерис Е.В. Находки видов *Rhodophyta* в реках Верхнего Поволжья и прилегающих территорий / Е.В. Чемерис, А.А. Бобров // Бот. журн. – 2009. – Т. 94, № 10. – С. 1568–1583.
55. Чупрова И.И. Суточный ритм питания и рацион окуня Посольского сора / И.И. Чупрова, И.Г. Топорков // Исследования рыб Восточной Сибири. – Иркутск, 1988. – С. 153–162.
56. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: изд-во АН СССР. – 1959. – С. 6-76.
57. Щур Л.А. Современное состояние фитопланктона и микрофитобентоса северных водоемов Красноярского края / Л.А. Щур // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2006. – Т. 8, № 3. – С. 163–175.
58. Allan J.D. Stream ecology. Structure and function of running waters / J.D. Allan. –London.; Chapman & Hall, 1995. – 388 p.
59. EN ISO 7899-2: 2000. Detection and enumeration of intestinal enterococci. Part 2: Membran filtration method.
60. Huszar V.L. Reynolds Phytoplankton periodicity and sequences of dominance in an Amazonian floodplain lake (Lago Batata, Para', Brazil): responses to gradual environmental change / V.L. Huszar, C.S. Reynolds // Hydrobiologia. – 1997. – № 346. – P. 169–181.
61. Litvinov A.G. Biology of amur sliper (*Percottus glehni*) in the delta of the Selenga river, Buryatia, Russia / A.G. Litvinov, R. Gorman // J. Great Lakes Res., 1996. – Vol. 22(2). – P. 370–378.
62. Rozhkova N. Present situation of zooplankton and zoobenthos in the river Selenga / N. Rozhkova, N. Sheveleva, L. Kravtsova // Proceeding of the VIII Intecol International Congress of Ecology (August 11-18, 2002). – Seoul, Korea, 2002. –226–227.
63. Rusanov A.G. Periphytic algal assemblages along environmental gradients in the rivers of the Lake Ladoga basin, Northwestern Russia: implication for the water quality assessment / A. G. Rusanov, E.V. Stanislavskaya, E'. A'cs // Hydrobiologia. – 2012. – doi:10.1007/s10750-012-1199-5.



64. Wetzel R.G. Limnological Analyses / R.G. Wetzel, G. Likens. – E. N.Y.: Springer-Verlag, 1991. – 391 p.
65. Whitton, B. A. Use of algae and other plants for monitoring rivers / B.A. Whitton, M.G. Kelly // Australian J. of Ecology. – 1995. – № 20. – P. 45–56.