

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

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе по теме:

**«Исследование вопросов, связанных с местообитанием и здоровьем
бентосной зоны в дельте реки Селенги»**

Руководитель темы: д.б.н.,
профессор

А.Н. Матвеев

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 км², из которых 148 060 км² (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 км² 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.

Полевой сбор материала в бентосной зоне дельты р. Селенги проводился ежемесячно с 16 июля по 26 октября 2012 г. на 5 станциях (рис. 1), относительно равномерно распределенных вдоль основного русла реки и прилегающих к нему проток (табл.1).

Таблица 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'

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

работ. Гидробиологические и ихтиологические пробы отбирались в соответствии с общепринятыми методиками.



Рис. 1. Карта-схема отбора проб в районе дельты реки Селенга

Исследования по проекту проводились в экстремальный по ряду абиотических факторов год. В авандельте реки наблюдался максимальный уровень воды за последние 14

лет. Максимальные значения уровня отмечались в июле. В это время он мог подниматься на 30-40 см. Далее шло плавное понижение, которое к началу сентября составило около метра. Соответственно с поднятием уровня резко менялись и другие абиотические параметры.

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 была 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) отмечается на входе в дельту, по мере продвижения и снижения скорости течения она постепенно повышается, 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 CO₂ 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.

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 (рис. 2) (0,52 в августе и 0,44 в октябре). На станции № 2 скорости течения были минимальны: в августе 0,34 м/с, и в октябре вода в данном месте оказалась стоячей.



Рис. 2. Протока Гусевская (станция 1). Общий вид протоки и место отбора проб (отмечено стрелкой).

Значительные изменения уровня и скоростей течения (рис.3) приводили в ряде случаев к изменению направления течения в протоках, изменению гранулометрический состав грунта и тип дна, что в определенной степени влияло на структуру и продуктивность зообентоса, характер питания рыб и их пищевые взаимоотношения. С целью точной идентификации различных типов грунтов был подготовлен их цветной атлас.

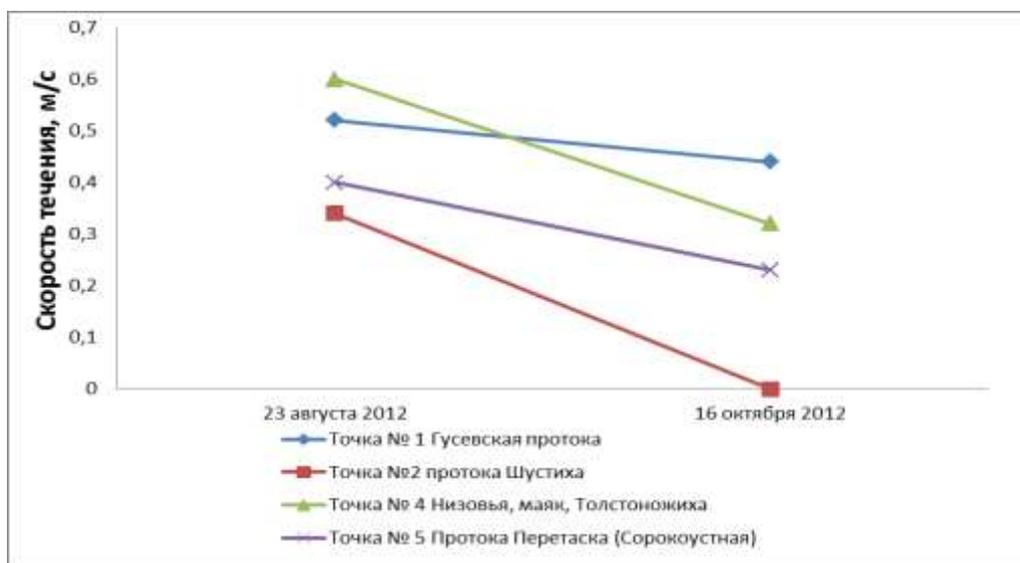


Рис. 3. Изменение скорости течения на четырех стандартных станциях наблюдений за период с августа по октябрь 2012 г.

Исследования мейо- и макроводорослей дельты р. Селенга позволило составить 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.

Все найденные макроводоросли достигали массового развития и становились ценозообразователями, а в последствии при снижении уровня и отмирании формировали береговые скопления детрита (БСД). Первые признаки появления естественных БСД мы стали регистрировать по мере падения уровня воды, в августе.

Нами получены 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.

Столь массовая вегетация зеленых водорослей из рода кладофора, вероятнее всего, свидетельствует о существенной эвтрофикации реки Селенга. 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. Исследования микроорганизмов в поровых водах из лунки, выкопанной на берегу реки, под скоплениями детрита установили, что количество амилолитических, протеолитических и сапрофитных микроорганизмов (КОЕ/мл) превышало таковые, обнаруженные на стандартных станциях, в несколько раз. Количество амилолитических микроорганизмов было 1060 КОЕ/мл, протеолитических 6040 КОЕ/мл, а сапрофитов 8100 КОЕ/мл.

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. 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.

Средние показатели численности и биомассы по обследованному участку в период исследований колебались в пределах: численность 3770–8332 экз./м², биомасса 2.90–22.25 г/м², 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. 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./м² и 0.87–2.53 г/м². Зообентос на этом участке имеет сложную структуру (здесь встречаются практически все известные в реке группы беспозвоночных), но соотношение групп отличалось нестабильностью.

Следующая станция (1) расположена ниже по течению, приблизительно в 15 км от предыдущей станции, 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 станции 5, в протоке Перетаска, зообентос в разные месяцы менялся значительно. Средние показатели численности и биомассы колебались в больших пределах 933–11320 экз./м² и 0.64–11.74 г/м². 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/м²) доминировали олигохеты (37%) и хирономиды (18%); в

августе общая биомасса возросла до 7.56 г/м^2 и состояла из олигохет (32%), моллюсков (27%), хирономид (19%) и других двукрылых (22%); в сентябре наблюдали самую низкую биомассу (0.64 г/м^2), 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 ($480\text{--}6133 \text{ экз./м}^2$ и $0.59\text{--}12.73 \text{ г/м}^2$) за счет увеличения численности олигохет и амфипод.

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. В целом на этом участке зарегистрированы самые высокие показатели биомассы: в июле – 8.81 г/м^2 , августе – 40.86 г/м^2 , в сентябре – 22.41 , при численности соответственно 11300 экз./м^2 , 27053 экз./м^2 , 8420 экз./м^2 .

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 двустворчатых моллюсков (беззубка), вес которых достигает 8 г.

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

В период исследований в составе ихтиофауны были 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.

Результаты проведенного анализа 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.

Нитчатые водоросли 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, 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, 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 локализовано его основное количество. Практически все возрастные группы этого вида оказывают заметное воздействие на организмы зообентоса. Младшие 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.

В течение всего периода исследований также проводилась оценка степени загрязнения твердыми бытовыми отходами (ТБО) берегов дельты р. Селенги. В составе ТБО 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%). Среднее количество мусора на единицу площади на островной части дельты (2,17 кг/100 м²) оказалось большим, чем на материковом берегу (1,33 кг/100 м²).

Заключение

Исследования по проекту проводились в экстремальный по ряду абиотических факторов год. 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.

Получены первые сведения о количественных и качественных показателях зообентоса дельты реки Селенга (дночерпательные пробы) в летне-осенний период. 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.

Таксономический состав и количественные характеристики БСД в августе – сентябре 2012 г. являются свидетельством высокой трофности реки Селенга. Известно, что виды родов *Cladophora* и *Oedogonium* - показатели высокой трофности вод.

Как показали проведенные исследования, прибрежная зона дельты сильно загрязнена твердыми бытовыми отходами.

Мы настоятельно рекомендуем проведение дальнейших мониторинговых работ по оценке здоровья бентосной зоны дельты реки Селенги.