

УДК 574.583

ПРОДУКЦИЯ ЗООПЛАНТОНА РЕКИ ПРЕГОЛЯ (БАССЕЙН ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА, БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)

© 2014 Н.В. Родионова, Ю.Ю. Полунина

Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Калининград (Россия)

Поступила 09.12.2013

Зоопланктон нижнего течения реки Преголя за период 1996-2007 гг. представлен 109 видами и группами. По численности и биомассе преобладали веслоногие ракообразные. Основную часть продукции зоопланктона (78%-98%) формировали мирные зоопланктеры. Среднелетние показатели численности и биомассы варьировали в диапазоне 50-130 тыс. экз./м³ и 510-960 мг/м³, соответственно. Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в р. Преголя была невысокой и составляла: в рипали - 5,8 ккал. м⁻³; в медиали - 8,1 ккал. м⁻³; суммарная продукция хищного планктона - 1,3 ккал. м⁻³ и 0,2 ккал. м⁻³ соответственно.

Ключевые слова: зоопланктон, численность, биомасса, продукция мирного и хищного планктона, река Преголя.

Rodionova N.V., Polunina Ju. Ju. The zooplankton production of the river pre-gel (basin the Viistula lagoon, the Baltic sea) – 109 species and groups of zooplankton recorded in the lower Pregolja River flow in period 1996-2007. The group of Copepoda was predominant in the zooplankton abundance and biomass. The average summer zooplankton abundance and biomass in the River changed from 50 to 130 thousand ind. m⁻³ and from 510 to 960 mg m⁻³, respectively. The main part of zooplankton production (78% -98%) formed nonpredatory zooplankton. The total production of nonpredatory zooplankton during the vegetative season was low and amounted to: in the ripal zone of the Pregolja River - 5.8 kcal. m⁻³ and in the medial zone of the Pregolja River – 8,1 kcal. m⁻³; total production of predatory plankton – 1,3 kcal. m⁻³ and 0,2 kcal. m⁻³ respectively.

Key words: zooplankton, abundance, biomass, production of nonpredatory and predatory zooplankton, the Pregolja River.

Река Преголя имеет длину 123 км, протекая с востока на запад почти через всю Калининградскую область и впадая в Вислинский залив Балтийского моря. Общая площадь бассейна реки составляет 15500 км². Преголя – равнинная река с низкими скоростями течения: от 0,6-0,5 м/сек в верхней части реки, до 0,1 м/сек в устьевой части реки. Устье реки соединено с Балтийским морем Калининградским морским каналом (КМК). Глубины р. Преголи в верхней части колеблются в пределах 1,0-1,5 м, в нижней части – 2,0-3,0 м. В

Наталья Владимировна Родионова, младший научный сотрудник, nleptodora@gmail.com;
Юлия Юрьевна Полунина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
jul_polunina@mail.ru

пределах г. Калининграда от Берлинского моста до места слияния рукавов Старой и Новой Преголи глубины составляют 2,5-5,0 м, далее ниже по течению и весь КМК характеризуются глубинами 10,0-11,0 м. По гидрологическому режиму и другим показателям КМК является продолжением реки, ее эстуарием (Чубаренко, Шкуренок, 2001). Для нижнего течения р. Преголя характерны нагонные явления, когда вода из залива и канала через устье проникает вверх по реке, доходя иногда до 50 км вверх по реке.

В зоопланктоне р. Преголя в черте г. Кенигсберга в начале 20-го века отмечены несколько видов циклопов и коловраток (Шименц, 1914). В 1990-х гг. вышли работы, характеризующие особенности видового состава, распределения, количества зоопланктона, а также зоопланктона как показателя санитарно-экологического состояния реки (Цыбалева, Потребич 1995; Шибалева, Шкитский, 1995; Ежова, Цыбалева, 1997), однако сведения были получены в результате эпизодических сборов материала. С 1996 до 2011 гг. лабораторией морской экологии АО ИОРАН проводились исследования реки в режиме ежемесячного мониторинга, по результатам которых опубликованы работы (Полунина и др., 2001; Цыбалева, Полунина, 2001а, б; Деденко, 2002; Полунина, 2006, 2011; Полунина, Терехова, 2010). Некоторые сведения о видовом разнообразии, численности и биомассе зоопланктона рек Калининградской области, в т.ч. Преголя, представлены в работе Шибалевой и соавторов (2013).

Оценку продукции сообщества зоопланктона реки Преголя никогда ранее не проводили, что стало целью нашей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили 266 проб мезозоопланктона, собранные в ходе работ лаборатории морской экологии АО ИОРАН в 1996-2007 гг. в нижнем течении р. Преголя (около 17 км нижнего течения) на 18 разрезах. По три разреза располагались на рукавах Новая Преголя (28-29-30) и Старая Преголя (28о-29о-30о), после слияния рукавов располагались пять разрезов (27-24 – индустриальная часть реки – ИЧР; 22 – устье). Пробы отбирали в медиальной части реки количественными сетями Джели и Нансена ($\varnothing = 14$ см и 19 см) с размером ячеей 100 μm , вертикальным ловом от дна до поверхности. В репалье – процеживали 50 л через эти же сети. Камеральную и статистическую обработку проб проводили по общепринятым методикам (Балушкина, Винберг, 1979; Методические рекомендации..., 1984).

Продукцию зоопланктона оценивали на разрезах (медиаль-репалье), расположенных на рукавах Новая Преголя (ст. 30ф и 30 б) и Старая Преголя (ст. 30оф, 30об). Суточную продукцию зоопланктона рассчитывали на основании биомассы трофических групп физиологическим методом. Дыхание зоопланктона определяли, используя уравнение связи между скоростью потребления кислорода и весом животного. Для ракообразных использовали формулы, предложенные Л.М.Сущененей (1972), для коловраток формулу Т.В. Хлебович (1974):

$R=0,143w^{0,803}$ (для Cladocera);

$R=0,200w^{0,777}$ (для Copropoda);

$R=1,5w^{0,7}$ (для Rotifera),

где R-скорость потребления кислорода, в мл O_2 *экз. $^{-1}$ час $^{-1}$;

w – вес особи в г.

При переводе в калории использовали оксикалорийный коэффициент 4,86 кал./мл O_2 . Для расчета продукции использовали формулу $P=RK_2/(1-K_2)$. Для мирных Copropoda $K_2=0,2$, для Cladocera $K_2=0,35$, для нехищных Rotifera $K_2=0,4$, для хищных Copropoda, Cladocera и Asplanchna $K_2=0,3$. Суточный рацион рассчитывали по формуле $C=P/K_1$. Коэффициенты использования потребленной пищи на рост (K_1) принимали для мирных животных 0,22, для хищных и всеядных копепоид 0,16; для Asplanchna 0,28; для крупных хищников из ветвистоусых Leptodora и Polyphemus 0,32. При расчете дыхания (R) вносили температурную поправку Q_{10} , температурный коэффициент Вант-Гоффа, показывающий во сколько раз возрастает скорость процесса при повышении температуры на 10°C. Значения Q_{10} принято равным 2,25 (Винберг, 1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон р. Преголя за весь период исследований представлен 109 видами и группами (Rotifera – 29, Copropoda – 30, Cladocera – 50). В зоопланктоне реки Преголя в летний и осенний периоды встречаются представители меропланктона – личинки Polychaeta, Cirripedia и Bivalvia, попадающих в реку при нагонах воды из залива. Массовые виды в реке – широко распространенные палеарктические виды: коловратки *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus calyciflorus* Pallas, *B. angularis* Gosse, *Keratella quadrata* (Müller), веслоногие ракообразные *Acanthocyclops viridis* (Jurine), *Eudiaptomus gracilis* (Sars), ветвистоусые *Bosmina longirostris* (Müller), *Daphnia cucullata* Sars, *Chydorus sphaericus* (Müller). Среди массовых видов преобладают α - и β -мезосапробы, только в некоторые периоды массово развиваются β - α -мезосапробы, предпочитающие воду с повышенным содержанием органических веществ – коловратки из рода *Brachionus* spp.

Встречаемость видов на разных участках реки обусловлена степенью выраженности прибрежного биотопа, гидрологическими условиями этих участков (прежде всего нагонными явлениями), и в некоторой мере разной степенью загрязненности участков реки. Видовое богатство зоопланктона выше в рипали реки, где формируются различные ассоциации водных растений, что создает определенную мозаичность биотопа и местообитания для разных видов зоопланктона, особенно кладоцер. В устьевой зоне реки отмечено минимальное число видов для всей акватории – всего 46, в то же время здесь встречены виды, обитающие в заливе и в море, например, кладоцеры *Cercopagis pengoi* (Ostroumov), *Pleopis polyphemoides* (Leuckart), *Evadne nordmani* Loven. Низкое разнообразие зоопланктона связано с экстремальными

ми для речной фауны соленостными условиями в устье, где многие пресноводные виды уже не могут обитать.

Среднегодовую за вегетационный сезон численность и биомасса зоопланктона в медиале на разных участках реки изменялась в ряду: Новая Преголя, Старая Преголя, ИЧР, устье реки. При этом участки с низкой численностью зоопланктона характеризовались низкой биомассой, и наоборот.

Таблица 1

Средняя за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона в медиальной части реки Преголя (данные 1996-2007 гг., стандартное отклонение)

Параметры	Новая Преголя	Старая Преголя	ИЧР	Устье
Численность, тыс. экз./м ³	32,5±19,9	35,2±25,9	46,6±37,9	79,2±58,2
Биомасса, мг/м ³	342,8±255,7	442,5±370,7	988,2±946,1	948,1±795,4

В устье реки и ИЧР отмечено увеличение общей численности и биомассы зоопланктона, что обусловлено сносом зоопланктона из верховьев реки к устью и его здесь накоплением, а также пополнением зоопланктона из залива. В этом участке реки рост количественных показателей зоопланктона происходит, во многом, за счет веслоногих ракообразных, типичных для Вислинского залива: *Eurytemora affinis* Poppe, видов рода *Acartia*.

В среднем в медиальной части реки численность зоопланктона составляла 18,2±15,3, а в прибрежной зоне была почти в три раза выше – 51,4±34,8 тыс. экз./м³. Биомасса зоопланктона в реке Преголя в среднем не превышала 1 г/м³ в медиальной части реки, а в прибрежье – 2 г/м³. В рипали почти 60% в общую биомассу вносили кладоцеры, когда в медиальной части реки их вклад не превышал 30%.

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в целом схожа. Среднегодовые показатели численности и биомассы варьировали в диапазоне 50-130 тыс. экз./м³ и 510-960 мг/м³, соответственно (рис. 1, 2). Максимальная численность зоопланктона и температура воды отмечены в июле (рис. 1). Основу численности в июле составляли коловратки. Планктонные ракообразные формировали численность зоопланктона в августе и имели достаточно высокие ее показатели в июне и ноябре. Осеннее увеличение численности планктонных ракообразных в реке происходило за счет пополнения особями из залива. Показатели биомассы зоопланктона в осенний период сопоставимы с летними величинами (рис. 1).

Основной вклад в численность и биомассу планктона р. Преголя принадлежит веслоногим рачкам. Доля копепод в разные месяцы составляла от 54,8 до 99,3% от общей численности рачкового зоопланктона. Ветвистоусые ракообразные массового развивались только в летний период, достигая максимума своей численности и биомассы в августе. Важно отметить, что высокие количественные показатели веслоногих ракообразных в осенний период

происходили за счет поступления в реку из залива рачков *Eurytemora affinis* и *Acartia* spp. Осенью возрастает частота и интенсивность нагонов воды из залива в р. Преголя, при этом рачки, массово обитающие в заливе, проникают в нижнее течение р. Преголя и это приводит к росту общей численности и биомассы зоопланктона, особенно веслоногих ракообразных.

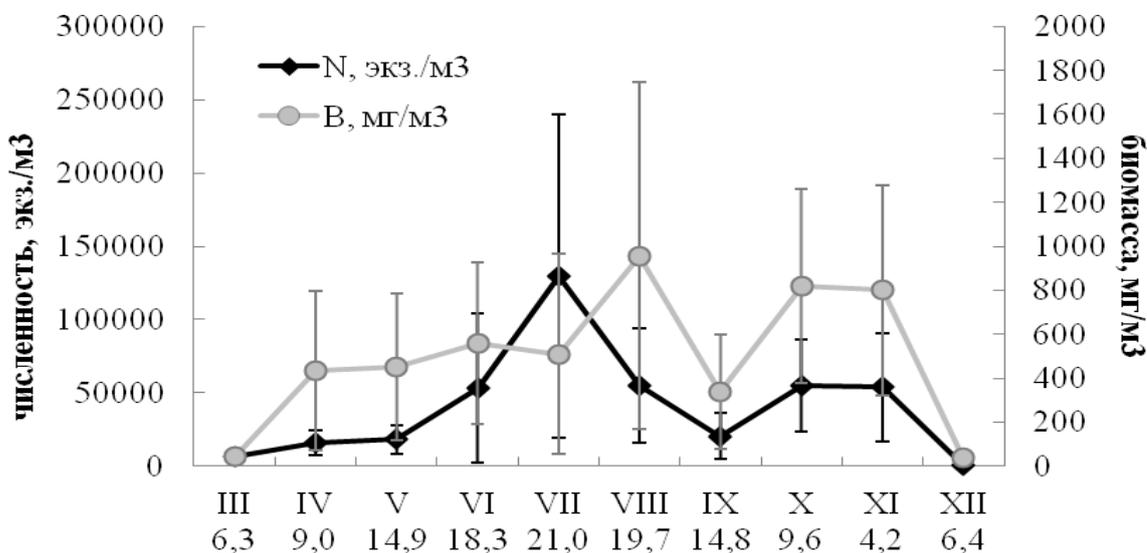


Рис. 1. Сезонная динамика численности, биомассы зоопланктона, и ежемесячной температуры воды в р. Преголя (среднегоголетние данные за 1996-2007 гг.)

Величину продукции зоопланктона в р. Преголя определяли в основном мелкие хидориды (собиратели-фито-, детритофаги), макрофаги – мирные ветвистоусые и смешанная группа ювенильных стадий циклопов и калянид (собиратели-эврифаги). Роль коловраток в продукционно-деструкционных процессах р. Преголя незначительная.

Характер распределения сезонной продукции в рипали Новой и Старой Преголи не имел существенных различий. На обеих станциях максимальные величины продукции наблюдались в июле, а минимальные величины в октябре (табл. 2, 3). Основную часть продукции формировали мирные зоопланктеры. В Новой Преголе в мае, июне, августе и сентябре 58% -74% продукции составляли микрофильтраторы (*Bosmina longirostris*, Nauplii) и детритофаги (мелкие Chydoridae). В июле макрофильтраторы из рода *Daphnia* spp., *Ceriodaphnia quadrangula* и младшие копеподиты циклопов составляли около 55% в общей продукции зоопланктона. В рипали Новой Преголи основную часть осенней продукции формировали неполовозрелые особи веслоногих рачков *Eudiaptomus graciloides* (67,5%) и коловратки (32,5%).

В Старой Преголе в мае (66%), августе (55%), сентябре (51%) и октябре (58%) основной вклад в продукцию приходился на микро и макрофагов веслоногих рачков (науплии и младшие копеподиты циклопов). В июне (47%) и в июле (71%) возрастала роль детритофагов (мелкие Chydoridae). Осенью,

как и в Новой Преголе, продукцию зоопланктона формировали копепоидитные стадии калянид *Eurytemora affinis* (58%) и коловратки (42%).

Таблица 2

Изменения биомассы (мг/м⁻³) и продукции (кал./м⁻³) мирного и хищного зоопланктона в рипали Новой Преголи (ст.30 б), за вегетационный сезон (средняя многолетняя).

Трофический уровень зоопланктона		V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X	P/B, V-X
Мирный,	P	124	838	1150	805	288	46	∑3251	12
	B	51	262	380	714	102	89	ср. 266	
Хищный,	P	23	228	229	67	74	0,13	∑ 621	5
	B	12	214	287	81	109	0,2	ср. 117	

Таблица 3

Изменения биомассы (мг/м⁻³) и продукции (кал./м⁻³) мирного и хищного зоопланктона в рипали р. Старая Преголя (ст.30 об), за вегетационный сезон (средняя многолетняя)

Трофический уровень зоопланктона		V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X	P/B, V-X
Мирный,	P	29	420	1302	372	390	16	∑ 2529	11
	B	39	185	670	135	203	140	ср. 229	
Хищный,	P	7	30	403	62	180	0	∑ 682	6
	B	9	22	358	48	149	0	ср. 98	

Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в Новой Преголе были выше, чем в Старой Преголе и составляла 3,3 ккал. м⁻³ и 2,5 ккал. м⁻³ соответственно. Продукция хищного планктона на обоих рукавах была невысокой и практически не отличалась (табл. 2, 3). Скорость оборачиваемости биомассы (P/B) не имела существенных различий.

В медиали Новой Преголи основную часть продукции в мае и сентябре формировали коловратки (52% и 29%) и каляниды – *Eurytemora affinis* и *Eudiatomus graciloides* (20% и 47%). В остальные месяцы от 58% до 95% продукции приходилось на долю ветвистоусых рачков – *Bosmina longirostris*, видов рода *Daphnia* spp., *Ceriodaphnia quadrangula* и мелких Chydoridae.

В медиали Старой Преголи ветвистоусые рачки (макро, микрофилтраторы и детритофаги) играли существенную роль в формировании продукции только в мае (61%) и в июне (58%). В июле продукция в равных частях состояла из ветвистых и веслоногих рачков, главным образом макрофилтраторов – р. *Daphnia*, науплиев и копепоидитов веслоногих рачков. В остальные месяцы основную часть продукции (76-97%) составляли науплии и копепоидиты веслоногих рачков. Вклад коловраток в продукцию реки С. Преголи на протяжении всего вегетационного сезона был несущественным.

Значительных различий в суммарной продукции зоопланктона до октября в медиали Новой и Старой Преголях не отмечено (табл. 4, 5). В октяб-

ре, с затоком в рукав С. Преголя соленых вод из залива, происходит приток и обильное развитие *Eurytemora affinis*. В это время, как биомасса, так и продукция зоопланктона увеличиваются на порядок (табл. 4). Обращает внимание более низкий Р/В коэффициент мирного зоопланктона в С. Преголя, что, возможно, связано с незначительным развитием здесь коловраток.

Таблица 4

Изменения биомассы (мг/м^{-3}) и продукции (кал./м^{-3}) мирного и хищного зоопланктона в медиали р. Новая Преголя (ст. 30 ф), за вегетационный сезон (средняя многолетняя)

Трофический уровень зоопланктона		V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X	P/B, V-X
Мирный,	P	88	218	235	908	56	387	Σ 1892	14
	B	72	110	70	73	46	463	ср.139	
Хищный,	P	19	24	14	45	14	0,2	Σ 116	7
	B	17	21	9	40	15	1	ср.17	

Таблица 5

Изменения биомассы (мг/м^{-3}) и продукции (кал./м^{-3}) мирного и хищного зоопланктона в медиали р. Старая Преголя (30 оф), за вегетационный сезон (средняя многолетняя)

Трофический уровень зоопланктона		V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X	P/B, V-X
Мирный,	P	65	576	78	477	473	4565	Σ 6234	8
	B	41	256	67	234	499	3707	ср. 801	
Хищный,	P	11	41	12	28	16	5	Σ 113	6
	B	21	32	12	23	14	4	ср.18	

Таблица 6

Элементы энергетического баланса р.Преголя за вегетационный сезон (180 суток) в кал./м^{-3} .

Станции	R _м	R _х	P _м	P _х	C _х	C _м	P _х /P _м %	R/B %	P/R %
30 б	6475	1449	3251	621	3109	14778	19	24	49
30 ф	3935	270	1892	116	734	8691	6	28	48
30 об	6190	3745	2475	682	4271	11509	27	21	32
30 оф	23801	491	6234	113	706	28336	2	30	26

В целом, в обоих рукавах р. Преголя значительных различий в интенсивности продукционных процессов в зоопланктоне не наблюдалось, можно лишь отметить ее незначительное преобладание в рипали обоих рукавов, где также заметно превышение в продукции доли хищного зоопланктона (табл. 6). Величина количества энергии, необходимой для поддержания структуры сообщества (R/B) в рипали изменялась от 21 до 24%, в медиали от 28 до

30%. Наиболее высокие траты энергии, обеспечивающие функционирование сообщества (P/R), характерны для зоопланктона Н. Преголи (табл. 6).

Основную часть продукции зоопланктона (78-98%) как в рипали, так и в медиали обоих рукавов р.Преголя формировали мирные зоопланктеры, главным образом микро и макрофилтраторы и детритофаги, доля коловраток была незначительной. Продукция беспозвоночных хищников в общей численности, биомассе и продукции зоопланктона невелика, что исключает напряженные отношения в цепи хищник – жертва. Суммарная продукция за вегетационный сезон мирного зоопланктона в обоих рукавах р. Преголя была невысокой и составляла: в рипали - 5,8 ккал. м⁻³; в медиали – 8,1 ккал. м⁻³. Суммарная продукция хищного планктона – 1,3 ккал. м⁻³ и 0,2 ккал. м⁻³; соответственно.

Сведений о величинах продукции в реках в литературе крайне мало, однако о продуктивности водотока иногда судят исходя из общих показателей численности и биомассы зоопланктона, которые, как правило, низкие (Петлина и др., 2000; Раднаева и др., 2004; Куликова, 2010). Исследования продуктивности зоопланктона на разных участках р. Днестр характеризуются низкими величинами: максимальные величины до 770 ккал/м³ наблюдается в летний период, весной до 33 ккал/м³, осенью до 10 ккал/м³ (Набережный, 1980). В р. Томь величина продукции изменялась от 20 до 60 ккал/м³ (Петлина и др., 2000). Невысокий уровень развития зоопланктона в реках является следствием таких факторов как: скорость течения, температура воды, отсутствие плесов, слабое развитие водной растительности, наличие в воде значительного количества взвешенных частиц и различного рода загрязняющих веществ (Крылов, 2006).

В целом, продуктивность зоопланктона р. Преголя была на порядок выше, чем в реках Днестр и Томь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169-172. – **Винберг Г.Г.** Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биологии. 1983. Т. 44, № 1. С. 31-42.

Деденко Е.В. Биология *Bosmina longirostris* (O.F. Muller) реки Преголя // Некоторые проблемы прикладной гидробиологии в творчестве молодых: Сб. студенческих науч. работ. Калининград: КГТУ, 2002. С. 83-95.

Ежова Е.Е., Цыбалева Г.А. Видовой состав и распределение макрозообентоса и зоопланктона в нижнем течении р. Преголя в летне-осенний период 1995 г. // Экологические проблемы Калининградской области: Сб. науч. тр. Калининград, 1997. С. 29-36.

Крылов А.В. Функциональные характеристики зоопланктона разных участков малых рек // Биология внутренних вод. Борок. 2006. № 4. С. 53-56. – **Куликова Т.П.** Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск, 2010. 321 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородникова. Л.: Гос. НИИ озерного и речного рыбного х-ва, 1984. 33 с.

Набережный А.И. Зоопланктон Нижнего Днестра в условиях антропогенного воздействия // Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование». Кишинев, Штиинца, 1980. С. 87-103.

Петлина А.П., Юракова Т.В., Залозный Н.А., Лукьянцева Л.В., Брусьянина Т.А., Шаманцева Н.А., Роджулас С.С. Гидробионты малых водотоков Нижней Томи и их значение в оценке экологической ситуации водоемов // Сибирский экологический журн. 2000. № 3. С. 523-335. – **Полунина Ю.Ю., Цыбалева Г.А., Андронов В.Н.** Зоопланктонные сообщества нижнего течения Старой и Новой Преголи. Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона // Сб. науч. тр. Калинингр. ун-та. Калининград, 2001. С. 74-78. – **Полунина Ю.Ю.** Сообщество ветвистоусых ракообразных (Crustacea, Cladocera) в специфических условиях эстуария (на примере системы река Преголя-Вислинский залив): Автореф. на соиск. канд. наук. Калининград, РГУ им. И. Канта, 2006. 23 с. – **Полунина Ю.Ю.** Влияние зарослей разных видов водных растений на фаунистический состав и количественное развитие кладоцер в р. Преголя // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразии, глобальные изменения и восстановление экосистем. Тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием (г. Тольятти, 5-8 сентября 2011) / Отв. ред. Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 129. – **Полунина Ю.Ю., Терехова Т.А.** Особенности зоопланктона лотической системы «река Преголя - Калининградский морской канал (КМК)» // Изв. Калининградского гос. техн. ун-та. 2010. № 17. С. 25-29.

Раднаева В.А., Рябинкина М.Т. Гидробиологический мониторинг р. Лососинки // Тез. докл. II Всерос. конф. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие экология, охрана». Борок, 2004. С. 70-71.

Сушня Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев: Наук. Думка, 1972. 195 с.

Хлебович Т.В. Интенсивность дыхания у инфузорий разного размера // Цитология. 1974. Т. 16, № 1. С. 103-015.

Цыбалева Г.А., Полунина Ю.Ю. Распределение ветвистоусых рачков на акватории нижнего течения р. Преголя и Калининградского морского канала. Теоретические и прикладные аспекты экологии и биологии // Межвуз. сб. ст. Калинингр. ун-т. Калининград, 2001а. С. 61-65. – **Цыбалева Г.А., Полунина Ю.Ю.** Цоопланктоценозы реки Преголя // VIII съезд Гидробиологического общества РАН: тез. докладов (Калининград, 16-23 сентября 2001 г.). Калининград, 2001б. Т. 1. С. 121-122. – **Цыбалева Г.А., Потребич А.В.** Изменение в структуре состава зоопланктона р. Преголи под влиянием загрязнения // Некоторые аспекты физиологии и патологии гидробионтов // Сб. науч. тр. Калининград, 1995. С. 69-76.

Чубаренко Б.В., Шкуренко В.И. Физические механизмы проникновения соленых вод вверх по реке Преголе с учетом влияния рельефа дна // Физические проблемы экологии (экологическая физика). М.: Физический факультет МГУ, 2001. № 7. С. 80-88.

Шibaева М.Н., Шкицкий В.А. Коловратки как показатель экологического состояния приустьевоего участка р. Преголи // Некоторые аспекты физиологии и патологии гидробионтов. Сб. науч. тр. Калининград, 1995. С. 77-82. – **Шibaева М.Н., Масюткина Е.А., Матвеева Е.П., Охупкина А.А.** Видовое разнообразие зоопланктона как показатель экологического состояния водоемов Калининградской области // Изв. Калининградского гос. техн. ун-та. 2013. № 28. С. 153-163. – **Шименц П.** Заключение о загрязнении реки Прегеля и залива Фриш-Хафф сточными водами Кёнигсберга и об ущербе нанесенном рыболовству в связи с этим загрязнением (по данным сентября 1911 г.) // Мерзебургский архив. Раздел 192 б, XIX а, спец 15. Канализация, удаление вод и очистка в г Кёнигсберге в 1911-1914 гг. Номер документа неизвестен (перевод с нем.).