

Гидробиологическое общество при Российской
академии наук (ГБО при РАН)



ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (АтлантНИРО)



ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный
технический университет» (КГТУ)

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

II МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «Актуальные проблемы планктонологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых



**14-18 сентября 2015 г.
г. Светлогорск
(Калининградская область)**

Калининград
2015

II Международная конференция «Актуальные проблемы планктонологии». Тезисы докладов. – Калининград: Изд. КГТУ, 2015. – 142 с.

В сборнике приведены тезисы докладов, заслушанных на конференции. Рассматриваются вопросы, посвященные систематике и идентификации планктонных беспозвоночных и альгофлоры, их видовому разнообразию, особенностям распределения и динамики численности, трофическим связям, роли видов-вселенцев и антропогенному влиянию на популяции и сообщества планктонных организмов.

Работа представляет интерес для гидробиологов, аспирантов, преподавателей вузов, студентов.

II International Conference «Frontiers in Plankton Research». Abstracts. – Kaliningrad: Issued by AtlantNIRO, 2015. – 142 p.

The book presents abstracts of the papers on taxonomy and identification of planktonic invertebrates and algae, species diversity, distribution patterns and abundance dynamics, trophic relations, role of invasive species and anthropogenic impact on planktonic populations and communities.

This collection of abstracts will be of interest to hydrobiologists, postgraduate students, lecturers, and students.

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-04-20712_г) и ООО «Фишеринг сервис»

ISBN 978-5-900678-54-2



Гидробиологическое общество при Российской академии наук (ГБО при РАН), 2015



ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (АтлантНИРО), 2015



ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» (КГТУ), 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНАЯ СЕССИЯ	11
<i>Вежновец В. В.</i> Методические особенности сбора зоопланктона в стратифицированных озерах	11
<i>Дулепова Е. П.</i> Динамика трофической структуры зоопланктона Охотского моря	12
<i>Карпинский М. Г.</i> Изменения в экосистеме Каспия при вселении одного бентосного и двух планктонных видов	13
<i>Корнева Л. Г.</i> Особенности зонального и регионального распределения фитопланктона в водохранилищах Волжского бассейна	15
<i>Коровчинский Н. М.</i> Анализ таксономической изученности ветвистоусых ракообразных (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии	16
<i>Крылов А. В., Герасимов Ю. В., Косолапов Д. Б., Болотов С. Э., Айрапетян А. О.</i> Изменения зоопланктона озера Севан при увеличении уровня воды и колебаниях плотности рыбного населения	17
<i>Лазарева В. И., Копылов А. И.</i> Значение меропланктона – велигеры дрейссенид (<i>Bivalvia</i> , <i>Dreissenidae</i>) в трофической сети пелагиали водохранилищ Волги	19
<i>Мингазова Н. М., Деревенская О. Ю., Бариева Ф. Ф., Палагушкина О. В.</i> Экологическая реабилитация озер и особенности восстановления их планктонных сообществ	20
<i>Скарлато С. О.</i> Клеточные и молекулярные механизмы адаптации планктонных протистов к обитанию в условиях стресса	21
<i>Телеш И. В.</i> Закономерности изменения размерной структуры и видового разнообразия микропланктона в градиенте солености воды	22
<i>Фенева И. Ю., Давидович П., Гладышев М. И., Костишевская-Шлаковская И., Жапецкий М., Разлуцкий В. И., Сущик Н. Н., Майсак Н. Н., Дзиаловский А. Р.</i> Влияние рыбы и моллюсков-фильтраторов на успех вселения чужеродных видов в зоопланктонные сообщества	23
Секция 1: ТАКСОНОМИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ	25
<i>Андронов В. Н.</i> Ревизия системы и филогения веслоногих ракообразных отряда Calanoida (Crustacea, Copepoda)	25
<i>Мингазова Н. М.</i> О роли казанских исследований в истории открытия вида <i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844) в России	26
<i>Неретина А. Н.</i> Особенности морфологии некоторых трудно идентифицируемых видов ветвистоусых ракообразных озера Тана (Эфиопия, Восточная Африка)	27
<i>Попова Е. В.</i> Систематическая ревизия группы <i>Daphnia atkinsoni</i> (Crustacea: Cladocera)	29
<i>Прокончук И. П., Нестерова В. Н.</i> Таксономический состав зоопланктона в Баренцевом море	30

Щербань С. А., Шмелева А. А., Щербатенко Л. С. Видовое разнообразие веслоногих раков (Copepoda) в низовье русла реки Черная, впадающей в Севастопольскую бухту	30
Kolbasova G. D., Konovalova O. P., Neretina T. V., Pertsov N. A., Zalevsky A. O., Gafurov A. R., Gusev P. O., Ezhova M. A., Zheludkevich A. A., Kotlov N. U., Lanina N. O., Lapashina A. S., Medvedev D. O., Nosikova K. S., Nuzhdina E. O., Bazykin G. A. Sixteenth-eyed Lion Mane – a New Cyanea Species from the White Sea	32
Sukhikh N. M., Alekseev V. R. New Species within Eurytemora affinis Species Complex	33
Секция 2: БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В ПЛАНКТОНЕ	34
Архипов А. Г., Лидванов В. В., Пак Р. А. Особенности пространственного распределения разных таксономических групп ихтиопланктона южной части Марокко	34
Васильева Т. Г., Патокина Ф. А. Влияние трофических условий на распределение шпрота в Юго-Восточной Балтике	36
Воякина Е. Ю., Чернова Е. Н., Русских Я. В., Жаковская З. А. Сезонная динамика цианобактерий и их метаболитов в эвтрофных водоемах г. Санкт-Петербурга	37
Георгиева Е. Ю., Стельмах Л. В. «Цветение» кокколитофориды <i>Eutima huxleyi</i> в Черном море в весенний период	38
Гончаров А. В., Абдуллаева К. М. Фитопланктон водохранилищ – источников водоснабжения г. Москвы	39
Горохова О. Г., Зинченко Т. Д. Особенности альгоценозов солёных рек юга России	41
Гусева Д. О., Науменко Е. Н. Многолетняя динамика численности планктонных личинок дрейссены <i>Dreissena polymorpha</i> в Куршском заливе Балтийского моря	42
Деревенская О. Ю., Мингазова Н. М. Биоразнообразие зоопланктона водных объектов Абхазии	43
Дмитриева О. А., Подгорный К. А., Семенова А. С. Биоразнообразие планктонных сообществ юго-восточной части Балтийского моря	45
Долгов А. В., Нестерова В. Н., Прокопчук И. П., Орлова А. С., Бензик А. Н. Современное состояние планктонных сообществ Карского моря	46
Дудина Т. В. Структура сообщества фитопланктона северо-восточной части Баренцева моря в июле 2013 г. (по материалам экспедиции на НИС «ПРОФЕССОР МОЛЧАНОВ»)	47
Дюшков Н. П. Видовой состав и структура сообществ фитопланктона ИЭЗ Гвинеи-Бисау	49
Жук Е. А. Современное состояние зоопланктона реки Селезнёвки	50
Карасева Е. М. Пространственно-временная динамика разнообразия ихтиопланктона как индикатора изменений в экосистеме Балтийского моря	52

<i>Козлов О. В.</i> Трофические связи в монодоминантных планктонных сообществах соленых озер лесостепной зоны Западной Сибири	53
<i>Крылов А. В., Чалова И. В., Шевченко Н. С., Цельмович О. Л., Лавров В. Л.</i> Что определяет структуру зоопланктона бобровых прудов?	55
<i>Кузнецова Е. М.</i> Сезонная динамика зоопланктона нижнего района Камского водохранилища в районе г. Добрянка	56
<i>Ларионов В. В.</i> Потребление зоопланктоном пелагических микродорослей в течение суток на мелководье Норвежского моря в осенний период	57
<i>Лидванов В. В., Грабко О. Г., Кудерский С. К., Кукуев Е. И.</i> Мезозоопланктон в районе Канарского апвеллинга	59
<i>Литвинова А. Г., Вежновец В. В.</i> Элементы жизненного цикла <i>Eurytemora lacustris</i> (Pope, 1887) в озере Вечелье (Беларусь)	60
<i>Лифанчук А. В., Силкин В. А., Паутова Л. А., Федоров А. В.</i> Основные морфофизиологические стратегии фитопланктонных сообществ северо-восточной части Черного моря	62
<i>Малинина Ю. А.</i> Зоопланктон мелководных участков разного типа Волгоградского водохранилища	63
<i>Мельников А. В., Лямин А. Г.</i> Идентификация факторов, влияющих на изменение интенсивности свечения гидробионтных сообществ в природных условиях	65
<i>Мельникова Е. Б., Лямина Н. В.</i> Оценка параметров биологических ритмов гидробионтных сообществ по изменению поля биолюминесценции	66
<i>Новичкова А. А., Синёв А. Ю.</i> Планктонные ракообразные (<i>Cladocera</i> , <i>Soropoda</i>) различных водоемов Магаданской области	68
<i>Пиркова А. В., Ладыгина Л. В., Лисицкая Е. В.</i> Новые данные по биологии развития <i>Aurelia aurita</i> (Linnaeus, 1758) (Scyphozoa: Ulmaridae) в Чёрном море	69
<i>Полунина Ю. Ю., Лятун М. В.</i> Современное состояние зоопланктона российской части Юго-Восточной Балтики и его возможные изменения при реализации вероятных климатических сценариев	70
<i>Полякова Н. В.</i> Динамика видового состава зоопланктона распреснённых наскальных ванн Белого моря в условиях изменения солёности	71
<i>Полякова Н. В., Демчук А. С.</i> Влияние приливно-отливных циклов на состав прибрежного зоопланктона губы Сельдяная (Кандалакшский залив, Белое море)	73
<i>Прудковский А. А.</i> Наблюдения, количественные оценки и концептуальная модель трофического взаимодействия «медузы-зоопланктон» в прибрежной акватории Белого моря	74
<i>Радченко И. Г., Ильях Л. В., Шевченко В. П.</i> Структура сообществ фитопланктона эстуария реки Кемь Белого моря – пространственная и временная изменчивость	75
<i>Романова Н. Д., Сажин А. Ф.</i> Микробная «петля» в пелагиали северо-западной части Карского моря	77

Сахарова Е. Г., Корнева Л. Г. Структура планктонных альгоценозов экотонных зон Рыбинского водохранилища	78
Сологуб Д. О. Распределение размерно-возрастных групп и горизонтальные миграции антарктического криля (<i>Euphausia superba</i>) в Атлантическом секторе Антарктики	79
Стельмах Л. В. Биоразнообразие и трофические стратегии в нано- и микропланктоне Черного моря	81
Степанова О. А. Черноморские альговирусы и их контакты с гидробионтами на экспериментальном уровне	82
Судник С. А. Созревание самок пелагической креветки <i>Funchalia danae</i> Burkenroad, 1940 (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea)	83
Трифонов А. Е. Зоопланктон Рефтинского и Исетского водохранилищ ...	85
Тюкина О. С. Сообщества микрофитопланктона Баренцева моря в летний период 2013 г.	86
Уразбаева М. А. Влияние водорослей Вислинского залива на поведение и определение суточного суммарного рациона <i>Neomysis integer</i> Leach, 1814	88
Шебанова М. А. Жизненные циклы, соматическая продукция гипериид в Охотском и Беринговом морях	89
Щука Т. А., Щука С. А. Изменчивость структурных и количественных характеристик батометрического зоопланктона в глубоководной части Гданьского бассейна Балтийского моря в 2003-2014 гг. в связи с колебаниями термохалинных параметров	90
Tyukina O. S., Dolgov A. V., Nesterova V. N., Martynova D. M. Biodiversity of Phyto- and Zooplankton of Franz Josef Land	92
Секция 3: ПЛАНКТОННЫЕ ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ ВОДОЕМА	94
Ануфриева Е. В., Шадрин Н. В. Вселенцы – представители Cyclopoidea в планктоне водоемов мира: краткий обзор	94
Бойкова О. С., Коровчинский Н. М. Долговременные наблюдения рачкового зоопланктона озера Глубокого (Московская область)	95
Гасанова А. Ш., Гусейнов К. М., Гусейнов М. К. Планктонные сообщества российского сектора Каспийского моря в современных условиях	96
Долгов А. В., Прокопчук И. П., Гордеева А. С., Орлова А. С. Личинки инвазийного краба-стригуна опилио в планктоне Баренцева и Карского морей	98
Ильин М. Ю., Шурганова Г. В., Жихарев В. С., Кудрин И. А. Роль вида-вселенца <i>Kellicottia bostoniensis</i> (Rousselet, 1908) в видовой структуре зоопланктонных сообществ озера Чарское и реки Чара Нижегородской области	98
Науменко Е. Н. Сезонная и многолетняя динамика численности популяции вселенца <i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1891) в российской части Вислинского залива Балтийского моря	100

Науменко Е. Н., Ушакова А. Ю. Значение вида-вселенца <i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1991) в питании молоди рыб Вислинского залива Балтийского моря	101
Ланге Е. К. Пространственно-временное развитие <i>Actinocyclus normanii</i> (Greg.) Hust. в условиях Куршского залива	102
Родионова Н. В., Полунина Ю. Ю. Количественные показатели и структура популяции вида-вселенца <i>Evadne anopix</i> (Cladocera) в Финском заливе и Юго-Восточной Балтике	103
Ясакова О. Н. Обнаружение новых видов фитопланктона в северо-восточной части Черного моря	104
Секция 4: АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ...	106
Воденеева Е. Л., Охалкин А. Г., Юлова Г. А., Полюшкова А. А. Разнообразие растительного планктона в период низких летних уровней воды (на примере реки Сережи, Нижегородская область)	106
Воякина Е. Ю. Влияние факторов среды на распространение инвазийного вида <i>Gonyostomum semen</i> (ehr.) Diesing в озерах Валаамского архипелага (Ладожское озеро)	107
Демерецкиене Н. Е. Динамика численности и биомассы планктонных ракообразных в многолетних исследованиях в районе дампинга (Юго-Восточная Балтика)	109
Джаяни Е. А. Влияние антропогенных факторов на фитопланктон реки Урал в пределах Оренбургской области	110
Ежова Е. Е., Русских Я. В., Мазур-Маржец Х., Чернова Е. Н., Ланге Е. К., Смирнова М. М., Стонт Ж. И. Осенние цветения цианобактерий в Куршском заливе Балтийского моря: особенности, причины и экологические последствия	112
Заремба Н. Б. Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в Керченском предпроливье Черного моря	113
Зинченко Т. Д., Шитиков В. К., Лазарева В. И., Гусаков В. А., Головатюк Л. В., Абросимова Э. В. Сравнительный анализ зависимости сообществ гидробионтов (зоопланктон, мейобентос, макрозообентос) от факторов среды в соленых реках бассейна гипергалинного озера Эльтон	115
Капков В. И., Малашенков Д. В., Беленикина О. А. Факторы, обуславливающие развитие цианобактерий в планктонном сообществе	116
Карпун М. Ю., Юрченко В. В., Бирюкова М. Г., Айтимова А. М. Качественный состав планктонных организмов озера Караколь (Казахстан) под влиянием техногенного фактора	118
Кудрин И. А., Шурганова Г. В., Ильин М. Ю., Голубева Д. О. Зоопланктон водотоков урбанизированных территорий на примере г. Нижний Новгород	120
Мнацаканова Е. А. Изменение в видовом составе планктонных коловраток озера Глубокого за 120-летнюю историю его изучения: последствия однократного антропогенного вмешательства	121

<i>Рябинина З. Н., Рябухина М. В.</i> Биоразнообразие макробионтов среднего течения реки Урал	122
<i>Семёнова С. Н., Кудерский С. К.</i> Оценка трофического статуса вод прибрежных районов Королевства Марокко и Исламской Республики Мавритании в условиях разного состояния Канарского апвеллинга	124
<i>Семёнова С. Н., Кудерский С. К.</i> Особенности таксономического состава и структуры альгофлоры прибрежных вод Королевства Марокко и Исламской Республики Мавритании в условиях разного состояния Канарского апвеллинга	126
<i>Смирнова М. М., Ежова Е. Е.</i> Экспериментальное определение токсичности воды Куршского залива в октябре 2014 г. для организмов зоопланктона и зообентоса	128
<i>Старцева Н. А., Охалкин А. Г., Воденеева Е. Л., Ходыкина Ю. А.</i> Водоросли планктона малой реки с антропогенно-трансформированным водосбором (на примере реки Кова, г. Нижний Новгород)	129
<i>Хозяйкин А. А.</i> Влияние реконструкции Волховского шлюза на зоопланктон реки Волхов	131
<i>Чернова Е. Н., Ежова Е. Е., Ланге Е. К., Русских Я. В., Смирнова М. М.</i> Содержание цианотоксинов в Балтийском море в июле 2014 г.	132
<i>Шадрин Н. В., Ануфриева Е. В., Конг Ф.</i> Гибридная природно-техногенная экосистема соленого озера Юньчэн (Китай): первые данные по зоопланктону	134
<i>Шурганова Г. В., Ильин М. Ю., Кудрин И. А., Гаврилко Д. Е.</i> Планктонные виды-вселенцы водотоков Нижегородской области	135
Секция 5: ПРОБЛЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ПО ПЛАНКТОНУ МОРСКИХ И ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ	137
<i>Долгов А. В., Эриксен Е., Шулдад Х.-Р., Дальпададо П.</i> Методологические аспекты оценки численности и биомассы эвфаузиид и их роли в экосистеме Баренцева моря	137
<i>Кузьмина Л. И.</i> Краткий очерк о зоопланктоне Светлинского водохранилища	137
<i>Подгорный К. А., Дмитриева О. А.</i> Исследование взаимосвязей между соленостью воды и характеристиками фитопланктона Вислинского залива Балтийского моря	138
<i>Прокопчук И. П., Долгов А. В., Дальпададо П., Эриксен Е., Нестерова В. Н., Бензик А. Н., Орлова А. С.</i> Совместные российско-норвежские исследования планктона в Баренцевом море	140
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	141

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

- **Александр Федорович Алимов**, академик РАН, профессор, Почетный Президент ГБО при РАН, ЗИН РАН, Санкт-Петербург.

Сопредседатели:

- **Сергей Михайлович Голубков**, член-корреспондент РАН, Президент ГБО при РАН, ЗИН РАН, Санкт-Петербург;
- **Владимир Алексеевич Волкогон**, канд. экон. наук, ректор КГТУ, Калининград;
- **Вячеслав Александрович Сушин**, канд. биол. наук, директор АтлантНИРО, Калининград.

Заместители председателя:

- **Елена Николаевна Науменко**, докт. биол. наук, председатель Калининградского отделения ГБО при РАН, КГТУ, Калининград;
- **Ирина Викторовна Телеш**, докт. биол. наук, член Президиума ГБО при РАН, ЗИН РАН, Санкт-Петербург;
- **Александр Геральдович Архипов**, докт. биол. наук, зам. директора АтлантНИРО, Калининград.

Научный консультационный комитет:

- **Ю. Ю. Дгебуадзе**, академик РАН, зам. директора Института проблем экологии и эволюции им. Северцова РАН, Москва;
- **А. Л. Верещака**, член-корреспондент РАН, профессор, зав. лабораторией структуры и динамики планктонных сообществ Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва;
- **Р. Н. Буруковский**, докт. биол. наук, профессор, зав. кафедрой ихтиопатологии и гидробиологии КГТУ, Калининград;
- **С. О. Скарлато**, докт. биол. наук, зам. директора Института цитологии РАН, Санкт-Петербург;
- **В. П. Семенченко**, член-корреспондент НАН Беларуси, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь;
- **А. В. Крылов**, докт. биол. наук, зав. лабораторией гидробиологии, Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок;
- **Л. Г. Корнева**, докт. биол. наук, зав. лабораторией альгологии, Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок;
- **М. Г. Карпинский**, докт. биол. наук, ВНИРО, Москва;
- **С. М. Никитина**, докт. биол. наук, профессор, БФУ им. И. Канта, Калининград;
- **Е. П. Дулепова**, докт. биол. наук, профессор, ТИНРО-Центр, Владивосток;

- **С. В. Александров**, канд. биол. наук, зав. лабораторией гидробиологии, АтлантНИРО, Калининград;
- **Е. Е. Ежова**, канд. биол. наук, зав. лабораторией экологии моря Атлантического отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Калининград;
- **И. Эйсмонт-Карабин**, докт. биол. наук, профессор, Белостокский университет, Белосток, Польша;
- **А. Разиньковас-Базюкас**, докт. биол. наук, Клайпедский университет, Клайпеда, Литва;
- **А. Андрушайтис**, докт. биол. наук, Латвийский университет, Рига, Латвия.

Ответственный секретарь оргкомитета:

- **Дарья Олеговна Гусева**, КГТУ, Калининград;
- **Светлана Александровна Судник**, канд. биол. наук, КГТУ, Калининград.

ПЛЕНАРНАЯ СЕССИЯ

В. В. Вежновец

*(Научно-практический центр НАН Беларуси
по биоресурсам, Минск, Беларусь)*

vvv@biobel.bas-net.by

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СБОРА ЗООПЛАНКТОНА В СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ОЗЕРАХ

Летняя и зимняя стратификация воды характерна для глубоких и средне-глубоких стоячих водоемов умеренной климатической зоны. Вертикальную неоднородность водной толщи часто считают определяющей для уровня биоразнообразия и, соответственно, устойчивости экосистем.

Известно, что зоопланктон в димиктических озерах размещается в столбе воды неравномерно, его распределение зависит от степени температурного расслоения, прозрачности, содержания растворенного кислорода в разных горизонтах и других факторов. Вертикальное распределение составляющих планктон групп организмов определяется и многими биотическими условиями, основными из которых являются – распределение пищевых компонентов, взаимное расположение популяций взаимодействующих видов, их границы толерантности и возрастные характеристики.

Опыт собственных многолетних исследований зоопланктона на димиктических озерах Беларуси показал, что в толще воды этих озер создаются несколько структурно-функциональных группировок. Во время стратификации происходит формирование экологических групп видов коловраток и ракообразных разделяемых в основном по термопреферендуму.

Рассмотрено общее вертикальное распределение зоопланктона, его основных групп коловраток веслоногих и ветвистоусых ракообразных, а также отдельных видов в димиктических озерах Беларуси. Показана неравномерность этого распределения и связь его с температурой и другими факторами среды. При многолетних наблюдениях установлено постоянство вертикальной структуры. В озерах одного трофического статуса характер распределения отдельных видовых популяций не меняется, в различных же по трофическому уровню водоемах общая пространственная структура зоопланктона изменяется, но распределение отдельных видов по вертикали остается прежним.

На этом основании выделяются зоны расположения группировок видов и отдельных популяций, что легло в обоснование принципа послойного функционирования пелагического зоопланктона в стратифицированных озерах в период летней стагнации. У большинства видов пелагического планктона (коловратки, ракообразные) констатируется отсутствие активных суточных переме-

щений между основными стратифицированными слоями вертикального столба воды. Установлено, что высокие значения видового богатства в стратифицированных озерах в сравнении с нестратифицированными сохраняются за счет формирования дополнительных ниш в области термоклина.

Как правило, при гидробиологических исследованиях придерживаются кумулятивных оценок, которые не совсем корректно отражают реальные связи в сообществе и в экосистеме в целом. Особенности пространственного размещения видов в стратифицированных озерах необходимо учитывать для получения реальных данных при продукционных и энергетических расчетах. Применение вертикального фракционного сбора данных и методологии послойного функционирования позволяет по новому интерпретировать сосуществование близких по пищевому спектру видов, значительно уточнить характер пищевых взаимодействий на уровнях продуцент-консумент и хищник-жертва, более адекватно отражать все взаимосвязи в пресноводном планктоне. Этот подход необходим и при мониторинге и определении качества озерных вод.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта БРФФИ № Б14МС-008 «Естественная миграция как механизм восстановления ледниковой реликтовой фауны озерных экосистем»

Е. П. Дуленова

*(Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр, Владивосток, Россия)
elena.dulepova@tinro-center.ru*

ДИНАМИКА ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗООПЛАНКТОНА ОХОТСКОГО МОРЯ

Многолетние исследования биоты Охотского моря свидетельствуют, что рассматриваемый водоем относится к наиболее продуктивным регионам Мирового океана. Немаловажная роль в формировании биомассы нектона Охотского моря, безусловно, принадлежит кормовым ресурсам, и в частности, зоопланктону. На основании имеющейся в ТИНРО-Центре базы данных по зоопланктону была проанализирована трофическая структура этого компонента экосистемы в различных ландшафтных зонах моря за период с 1984 по 2011 г. По уровню доминирования животной и растительной пищи в рационах планктеров зоопланктон в первом приближении был представлен как система, состоящая из двух функциональных элементов: «хищного» и «нехищного» зоопланктона. В данном случае выделенные трофические группировки формировались в основном следующими таксонами: нехищный зоопланктон – копеподами различных размеров и эвфаузиевыми, хищный – щетинкочелюстными, медузами, амфиподами. Было установлено, что при довольно сильных вариациях по различным ландшафтным зонам моря биомасса нехищного зоопланктона, в среднем, составляла 1404 мг/м³ (80-е годы XX века) и 792 мг/м³ (2006-2011 гг.). Как в 80-е годы, так и в 2006-2011 гг. наибольшая биомасса этой группировки наблюдалась в районах внутреннего шельфа. Что же касается хищного зоопланк-

тона, то здесь картина не столь однозначна: в первый период этот показатель был наиболее высок в водах внешней части шельфа, а во второй – в водах внутреннего шельфа, где хищные планктеры составляли довольно значительную часть (более 30 %) биомассы зоопланктона. В среднем для всего Охотского моря за период 1984-2011 гг. биомасса хищного зоопланктона возросла от 268 до 514 мг/м³, а его доля в общей биомассе зоопланктона на протяжении всего периода экосистемных исследований увеличилась с 16 до 32 % при снижении общей величины зоопланктона с 1672 до 1140 мг/м³. Эти изменения произошли в основном за счет копепод и щетинкочелюстных. Причем процессы были разнонаправленными: биомасса первых снизилась в 2 раза, а биомасса вторых увеличилась в 1,4 раза. На основании имеющихся материалов были определены продукционные показатели трофических группировок и так называемая «реальная» продукция зоопланктона как показатель, характеризующий кормовую базу nekтона с учетом потребления ее планктонными хищниками. Расчеты «реальной» продукции зоопланктона показали, что в среднем за последние 6 лет ее величина снизилась в несколько раз по сравнению с 80-ми годами, что косвенно свидетельствует о возможном ухудшении кормовой обеспеченности nekтона. Базы данных ТИНРО-Центра по nekтону, зоопланктону и имеющиеся материалы по особенностям питания пелагических рыб позволили сравнить количество потребителей реальной продукции (т. е. nekтона), их пищевые потребности и уровень использования ими собственной кормовой базы (биомассы, реальной продукции). Было установлено, что 80-е годы и 2006-2011 гг. характеризуются в Охотском море очень высокой биомассой пелагических рыб: 21,4 и 20,2 млн т соответственно. При этом потребление nekтоном кормовых ресурсов для указанных выше периодов составляло от 6,5 до 17 % от реальной продукции зоопланктона. Сопоставление уровней продуцирования и потребления в энергетическом выражении, позволяет заключить, что указанное выше снижение биомассы зоопланктона и увеличение количества хищного зоопланктона в экосистеме Охотского моря практически не отразилось на кормовой обеспеченности и не повлияло на формирование продукции nekтона.

М. Г. Карпинский

*(Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия)*

karpinsky@vniro.ru

ИЗМЕНЕНИЯ В ЭКОСИСТЕМЕ КАСПИЯ ПРИ ВСЕЛЕНИИ ОДНОГО БЕНТОСНОГО И ДВУХ ПЛАНКТОННЫХ ВИДОВ

Фауна Каспия, формировавшаяся в условиях длительной изоляции, оказалась очень неустойчивой к появлению новых видов, вызывавших в XX веке сильные изменения в экосистеме. Количество вселенцев невелико, но они занимали доминирующее положение, вызывают перестройку всего сообщества. Вселение планктонных видов вызывало изменения и в бентосном сообществе.

Первым вселенцем был двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus*, завезенный в 1918 г. из Черного моря. За первые 15 лет вид расселился по всему Каспию, его биомасса была стабильна, составляя около 11 % от всего бентоса. В 1934-1938 гг., последовало увеличение биомассы в 5-6 раз, до 42 %. При этом *Mytilaster* превосходил дрейссен по биомассе в 6-10 раз. В 2002 г. произошло резкое сокращение его численности, и дрейссена стала его превосходить по биомассе, что наблюдается до сих пор.

Казалось бы, какая связь изменений количественных характеристик бентосного вида с планктоном, кроме сезонного выпуска личинок? Оказалось, что причиной стало вселение двух пелагических видов.

В 1934 г. в Южном Каспии была впервые обнаружена не встречаемая ранее диатомовая водоросль *Pseudosolenia (Rhizosolenia) calcar-avis*. Скорее всего, она попала в Каспий из Черного моря при акклиматизации кефалей. В течение одного года *Pseudosolenia* распространилась по всему Каспию, проникнув и в северную часть. Вселившаяся диатомея завоевала Каспий так быстро благодаря своим крупным размерам и жесткому панцирю: не нашлось фитофагов, способных ею питаться. Два массовых ранее вида мелкоклеточных водорослей, *Rhizosolenia fragilissima* и *Exuviaella cordata*, остались под прессом выедания зоопланктона и были вытеснены. В результате в прибрежье Среднего и Южного Каспия биомасса *Pseudosolenia* составляла 75-95 %, а в центральной части моря – до 100 % общей. Биомасса фитопланктона увеличилась в 2-3 раза, однако продуктивность пелагического сообщества снизилась, поскольку синтезированное органическое вещество не утилизировалось там, а стало в большом количестве поступать на дно. В бентосе же практически единственным потребителем оказался *Mytilaster*, кормовая база которого многократно увеличилась, за счет чего резко возросла его биомасса и численность. Но почему с 2002 г. началось снижение количественных показателей *Mytilaster*?

В 1999 г., на границе Среднего и Южного Каспия, был впервые встречен гребневик *Mnemiopsis leidyi*. За короткий срок он акклиматизировался. Сохраняясь в зимнее время в Южном Каспии, в течение весны и лета *Mnemiopsis* проникает в Средний и достигает южной части Северного, где активно размножаясь, достигает высокой численности. *Mnemiopsis* – зоопланктофаг, интенсивность питания которого зависит только от наличия корма. Гребневик интенсивно заглатывает планктонные организмы и отрыгивает их полупереваренными, чтобы освободить место для новых, чем многократно увеличивает количество уничтоженного зоопланктона. Скопления *Mnemiopsis* наносят очень серьезный урон планктонным популяциям. В результате резко сократилась биомасса пелагических фитофагов и как следствие – выедание фитопланктона. В таких условиях *Pseudosolenia* утратила свое преимущество, а в конкуренции за биогенные вещества уступает мелкоклеточным видам, в итоге сейчас ее биомасса составляет 6-4 % от общей фитопланктона, которая снизилась в 2-3 раза. Снижение биомассы *Mytilaster* произошло вследствие уменьшения кормовой базы, а также по причине выедания его личинок.

Так новые виды планктонные в Каспии изменяют не только пелагическое, но и бентосное сообщество.

Еще одно следствие вселения *Mnemiopsis* – облегчение акклимации новых видов фитопланктона благодаря снижению выедания зоопланктоном: до появления гребневика в Каспии акклиматизировалось 2 вида, после – как минимум 8.

Л. Г. Корнева

(Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия)

korneva@ibiw.yaroslavl.ru

ОСОБЕННОСТИ ЗОНАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

Гидростроительство в бассейне Волги привело к трансформации русла реки и образованию каскада разных по морфометрии, гидрологическим, гидрохимическим характеристикам и трофии водохранилищ, связанных единым стоком и расположенных в разных природно-климатических зонах. Это способствовало формированию высокого биотопического разнообразия, определяющего структуру и функционирование компонентов планктонного сообщества. Цель исследования – выявить закономерности распределения фитопланктона по акваториям водохранилищ различного типа и по продольному профилю каскада.

Водохранилища Волги (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское, Куйбышевское, Саратовское, Волгоградское) и примыкающее к ним Шекснинское создавались на протяжении сорока с лишним лет (1937-1981 гг.). Они различаются по возрасту, площади акватории (249-6450 км²), степени водообмена (0,8-20,9 раз в год), глубине (средняя глубина 3,4-10 м), морфометрии, генезису образующих котловин и характеру регулирования стока. Прозрачность воды и минерализация в водохранилищах увеличивается от Верхней к Нижней Волге (0,9-1,5 м и 178-260 мг/л соответственно), цветность воды и количество взвешенного вещества снижается в этом же направлении (73-33 град. и 15,6-3,5 мг/л соответственно), что определяется географической зональностью. По средним концентрациям хлорофилла Иваньковское, Горьковское, Чебоксарское водохранилища классифицируются как эвтрофные, Рыбинское – умеренно эвтрофное, Куйбышевское – мезотрофно-эвтрофное, а Шекснинское, Угличское, Саратовское и Волгоградское – мезотрофные.

Распределение фитопланктона по акваториям водохранилищ весьма неоднородно и определяется степенью их гетеротопности. В Рыбинском и Шекснинском водохранилищах русловые участки более разнообразны в ценоотическом отношении, чем озерные. При этом биомасса фитопланктона в озерном плесе Рыбинского водохранилища ниже, чем в речных. В Горьковском и Шекснинском водохранилищах озерные плесы отличались как более высокой биомассой, так и большим ее варьированием по акватории. Наименьшие различия по биомассе и по составу основных групп водорослей наблюдались в русловом участке Горьковского и в Волгоградском водохранилищах. Значительный вклад

в разнообразие пространственной структуры альгоценозов вносили экотонные зоны: районы слияния рек, мелководья и заливы. Фитопланктон этих участков водохранилищ отличался более высокой биомассой, увеличением в структуре планктонных комплексов цианопрокариот (синезеленых), зеленых водорослей и различных групп фитофлагеллат.

Распределение средней биомассы фитопланктона в каскаде волжских водохранилищ неравномерно и характеризовалось тремя подъемами: увеличением в Иваньковском водохранилище, максимумом в Средней Волге, расположенной в пределах наиболее густонаселенных территорий, и подъемом в незарегулированной части Нижней Волги. Частота встречаемости значений биомассы, характерных для олиготрофных вод, увеличивалась от Верхней к Нижней Волге, а величин свойственных мезотрофным водам, наоборот снижалась в этом же направлении.

По мере снижения цветности, увеличения прозрачности и минерализации воды в направлении от Верхней к Нижней Волге наблюдалось снижение биомассы зеленых водорослей и фитофлагеллат, увеличение размерности клеток водорослей и видового разнообразия солоноватоводных видов. Величина среднеценоотических объемов клеток водорослей была положительно линейно связана с концентрацией общей суммы ионов ($R=0,86$; $F=17,53$; $P<0,006$). Изменение численности и биомассы безгетероцистных цианопрокариот отчетливо повторяли ($R=0,82$; $F=12,39$; $P<0,012$ и $R=0,76$; $F=7,97$; $P<0,03$, соответственно) динамику концентрации хлорофилла *a* в летний период. В изменении структуры фитопланктона на русловых и открытых участках в каскаде водохранилищ прослеживалась ценоотическая континуальность с постепенным снижением его бета-разнообразия и увеличением конвергенции водохранилищ по структуре альгоценозов в направлении от Верхней к Нижней Волге.

Н. М. Коровчинский

*(Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия)*

nmkor@yandex.ru

АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA: CLADOCERA) СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Надотряд Cladocera Северной Евразии включает 280 видов, известных из континентальных и морских вод, из которых на территории России обитает 200 видов. Только 127 (46 %) из общего их числа могут считаться достаточно надежными – относительно хорошо описанными или ревизованными согласно современным требованиям, хотя многие из них исследованы пока сугубо локально, а не по всему ареалу. Остальные таксоны (29 %) требуют уточнения своего статуса или коренного пересмотра (25 %) вследствие их плохого описания. Во многих случаях, вероятно, члены последних двух групп представляют собой группы видов, требующих тщательного анализа.

Лучше всего исследованы в таксономическом отношении семейства Sididae, Ploecryptidae, Macrothricidae, Eurycercidae, Chydoridae, Bosminidae, Leptodoridae (62-100 % их представителей можно формально отнести к хорошо описанным), хотя и здесь остаются вопросы, особенно касающиеся представителей рода Bosmina (Bosminidae). Семейства Daphniidae, Moinidae, Cercopagididae можно характеризовать как малоисследованные, они насчитывают всего лишь 8-21,5 % хорошо описанных видов, а в остальных (Holopediidae, Ophryoxidae, Acantholeberidae, Podonidae, Polyphemidae) таковые отсутствуют.

Из представителей пелагического планктона, пользующихся наибольшим вниманием в гидробиологии, в Северной Евразии отмечено 78 видов Cladocera (28 % от общего числа видов в регионе), из них 26 в морях и 52 в водоемах суши. Большинство из них относятся к родам Diaphanosoma (Sididae), Daphnia, Ceriodaphnia (Daphniidae), Bosmina (Bosminidae), Bythotrephes, Cercopagis (Cercopagididae), Cornigerius, Evadne, Podonevadne (Podonidae). Лишь небольшая часть пелагических видов (19 или 24 %) достаточно хорошо изучена, особенно это касается родов Diaphanosoma и Bosmina, хотя природа и статус изменчивых форм последнего остаются пока неопределёнными. Остальных родов современные исследования коснулись мало, в т. ч. рода Daphnia, у которого детально изучены только литоральные и прудовые виды. Таксономический статус многих изменчивых пелагических дафний остается неясным, среди них нередко доминируют гибридные формы.

Углублённые фаунистические исследования современного уровня проводятся очень ограниченно. Лучше других исследованы фауны Cladocera Исландии, Ирландии (только Chydoridae), Испании, Германии и Словакии, по которым изданы определители [Alonso, 1996; Flössner, 1972, 2000; Hudec, 2010]. Большая часть территории Северной Евразии, в т. ч. и России, с современной точки зрения остается малоизученной или неизученной, за исключением единичных водоемов и регионов – озера Байкал, бассейн реки Зеи (приток Амура), Центральной Якутии и Кореи, исследования которых принесло много неожиданных интересных находок.

*А. В. Крылов¹, Ю. В. Герасимов¹, Д. Б. Косолапов¹,
С. Э. Болотов¹, А. О. Айрапетян²*

*(¹Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия;*

*²Институт гидроэкологии и ихтиологии
НАН РА, Ереван, Армения)*

krylov@ibiw.yaroslavl.ru

ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА СЕВАН ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ УРОВНЯ ВОДЫ И КОЛЕБАНИЯХ ПЛОТНОСТИ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ

В рамках работы российско-армянской экспедиции в 2005-2009 гг. было показано, что по сравнению с 1930-1980 гг. в оз. Севан увеличилось видовое богатство зоопланктона, на глубоководных участках возросли его численность и биомасса [Крылов и др., 2010].

В период 2011-2014 гг. в зоопланктоне обнаружено 64 вида беспозвоночных (35 – Rotifera, 9 – Copepoda, 20 – Cladocera), в то время как в 2005-2009 гг. – 35 видов (20, 6 и 9 соответственно). Основная причина увеличения видового богатства – затопление прибрежных участков. Помимо этого, значительно увеличились численность и биомасса Cladocera за счет *Daphnia magna* Straus, обнаруженной в 2011 г. [Герасимов, Крылов, 2012] и *Diaphanosoma brachyurum* Lievin, отмечаемой с 2005 г. [Крылов и др., 2007]. В результате зоопланктон достиг максимальной за весь период изучения биомассы, увеличилась прозрачность воды, сократилось количество первичных продуцентов и бактериопланктона [Крылов и др., 2013].

Снижение браконьерской нагрузки привело к увеличению численности *Coregonus lavaretus* L., которая в 2013 г. была в 99 раз больше, чем в 2011-2012 гг. Благодаря этому, в июле, относительно данных за аналогичный сезон 2012 г., снизились биомасса зоопланктона и Cladocera, возросли доля Copepoda, число видов, величины индекса Шеннона и коэффициента трофности. Среди ветвистоусых рачков уменьшилось количество крупной и окрашенной *Daphnia magna*, а мелких и прозрачных *Daphnia hyalina* и *Diaphanosoma brachyurum* – увеличилось. Это согласуется с результатами исследований на малых водоемах и в мезокосмах [Фенева и др., 2007; Brooks, Dodson, 1965; Hrbáček et al., 1961; Declerck, De Meester, 2003; Shurin, 2000 и др.]. Однако осенью, по сравнению с данными, полученными в аналогичный сезон в предыдущие годы, значительно повысились общая биомасса зоопланктона за счет Cladocera, величины коэффициента трофности и индекса Шеннона, сократились численность, биомасса и число видов Rotifera. Среди ведущих видов Cladocera возросла численность *Diaphanosoma brachyurum* и *Daphnia magna*, биомасса последней достигла рекордных величин.

Среди возможных причин специфичных изменений мы выделяем следующие.

1) Горизонтальное и вертикальное перераспределение рыб: к осени характерна их концентрация в литорали и преимущественное обитание в придонных слоях [Герасимов и др., 2010].

2) Межсезонные и межгодовые изменения трофических условий. В озерах значение контроля сверху зависит от их статуса [Алимов, 2001]: в более трофных водах он проявляется в меньшей степени. Об трофности в период увеличения плотности рыб свидетельствует возрастание количества бактерио- и фитопланктона, что могло быть спровоцировано увеличением концентрации фосфора, благодаря его экскреции и содержанию в биомассе массово развивающихся Cladocera. При этом известно, что в условиях более высокой трофности *Daphnia magna* достигает наибольшего развития, а влияние хищника существенно не изменяет ее количества [Фенева и др., 2007].

3) Эффективность контроля крупного зоопланктона со стороны рыб наиболее выражена в озерах и в сезоны с высокой температурой воды [Mehner et al., 1998; Liboriussen et al., 2005]. Снижение температуры воды осенью также могло определить отсутствие реакции Cladocera на увеличение контроля сверху.

ЗНАЧЕНИЕ МЕРОПЛАНКТОНА (ВЕЛИГЕРЫ ДРЕЙССЕНИД (BIVALVIA, DREISSENIDAE)) В ТРОФИЧЕСКОЙ СЕТИ ПЕЛАГИАЛИ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ

В планктоне водохранилищ Волги велигеры дрейссенид присутствуют с конца мая до конца октября, пик численности приходится на июль-август. Спектр питания велигеров близок к таковому коловраток. Личинки дрейссенид могут конкурировать со всеми потребителями пико- и нанопланктона (инфузории, коловратки, кладоцеры). Сами велигеры представляют доступный вид пищи для всех планктонных хищников. Однако до сих пор значение велигеров дрейссенид в сообществе планктона водохранилищ изучено недостаточно. Исследователи часто не учитывают их в сборах планктона.

По данным маршрутных съемок в июле-августе 2003-2014 гг. на водохранилищах Верхней и Средней Волги (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское) исследовано пространственное распределение летней численности зоо- и меропланктона. На основе регулярных (каждые две недели) сборов зоо- и меропланктона в мае-сентябре 2004-2010 гг. в пелагиали Рыбинского водохранилища, выделены 13 трофических групп: бактерии одиночные (>2 мкм), в составе детрита и в микроколониях, пикофитопланктон, нанофитопланктон, гетеротрофные нанофлагелляты, мирные кладоцеры, копеподы и коловратки, всеядные копеподы и коловратки, хищные кладоцеры и копеподы. Проанализированы продукция трофических групп для разных сезонов вегетационного периода (весна, первая и вторая половины лета, осень), их рацион, потенциальный пищевой спектр микрозоопланктона (велигеров и коловраток), потребление велигерами пищевых объектов и выедание велигеров хищниками.

Установлено, что наиболее высокая летняя численность велигеров дрейссенид (20 ± 4 , максимум 145 тыс. экз./м³) наблюдалась в Рыбинском водохранилище, в Иваньковском водохранилище она была ниже почти вдвое, а в остальных – ниже в 3-10 раз. До 2010 г. во второй половине лета велигеры формировали в Рыбинском водохранилище 25 % численности и 7 % суммарной биомассы фильтраторов метазоопланктона. Продукция велигеров за вегетационный период составляла 2,6 ккал/м² (5 % таковой метазоопланктона), во второй половине лета их вклад в продукцию фильтраторов достигал 13 %. Велигеры в водохранилище могут питаться крупными одиночными бактериями, ассоциированными с мелкими детритными частицами и в составе микроколоний, а также мелким (<15 мкм) детритом, автотрофным пико- и нанопланктоном, гетеротрофными нанофлагеллятами. Выявлено, что в течение всего вегетационного периода наиболее обильной и доступной пищей для велигеров был детрит (60-70 % биомассы пищи) и ассоциированные с детритом бактерии (85-90 % численности пищи). В июле велигеры выедали до 7,5 % (49,5 мг С/м² сут) суточной

первичной продукции и до 5,5 % (15,4 мг С/м² сут) бактериальной продукции. Максимальное потребление велигерами детрита достигало 91,5, в среднем за лето ~29 мг С/м² в сутки. В разные годы за вегетационный период велигеры потребляли 4,4-68,1 ккал/м² (в среднем 19,9±5,8) или ~10 % сестона, выедаемого мирным метазоопланктоном. В среднем рацион велигеров составлял ~1 % сезонной первичной продукции. В водохранилищах велигеров могут потреблять хищные беспозвоночные: коловратки *Asplanchna*, кладоцеры *Bythotrephes* и *Leptodora*, копеподы (*Cyclops*, *Mesocyclops*, *Thermocyclops*). Летом в пелагиали Рыбинского водохранилища выедание хищниками достигало 60-90 % продукции велигеров. В первой половине лета основными потребителями были аспланхны (25 % продукции велигеров), во второй половине – копеподы (37 %).

Начиная с 2010 г., отмечено резкое снижение количества велигеров в пелагиали водохранилищ из-за снижения обилия взрослых моллюсков в профундали. Вклад велигеров в структуру сообщества уменьшился в 5-6 раз, а летний рацион снизился до <1,0 ккал/м². Велигеры стали малодоступны для хищного метазоопланктона.

*Н. М. Мингазова, О. Ю. Деревенская,
Ф. Ф. Бариева, О. В. Палагушкина
(Казанский (Приволжский) федеральный
университет, Казань, Россия)
nmingas@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ОЗЕР И ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

Экологическая реабилитация озер и восстановление озер – направление, сравнительно молодое для России и активно разрабатываемое за рубежом. В Республике Татарстан имеется опыт восстановления ряда малых озер после загрязнения (озера Нижний и Средний Кабан), в результате падения уровня вод (озера Лебяжье), коммунального и нефтяного загрязнения. На основе отечественного и зарубежного опыта в концепцию экологической реабилитации и восстановления озер, разрабатываемой лабораторией оптимизации водных экосистем КФУ с 80-х годов XX века предложены научно-теоретические основы, методические подходы и принципы восстановления [Мингазова, 1988; 1999 и др.] и экореабилитации. В экореабилитации важными являются принципы учета типа экосистемы, оценки состояния, характера, масштабов и последствий воздействия, характера водопользования [Мингазова, 2014]. В восстановлении озер, по мнению известного гидроэколога М. Б. Ивановой (ЗИН РАН) важным представляется отследить отклик биотических сообществ на мероприятия. В ходе изучения этого вопроса выявлено, что вслед за частичным восстановлением исходного качества вод наблюдается частичное восстановление прежнего видового состава.

Так, в зоопланктоне озер на примере озер Кабан было выявлено [Деревенская, 1996, 2014; Деревенская, Мингазова, 2014 и др.], что при высоком загрязнении происходит обеднение видового состава (в 1,5-3 раза) с преобладанием по численности коловраток р. *Brachionus*, *Keratella*, *Asplanchna*. Количественные показатели крайне низки. Отклик сообществ на снижение уровня загрязнения проявляется в увеличении числа видов и количества видов-доминантов, с включением в доминирующий комплекс представителей всех групп, в увеличении численности и биомассы. Увеличивается доля ракообразных, средний вес зоопланктера. Происходит уменьшение в сообществе доли индикаторов β -м-, β - α -мезосапробных вод и увеличение доли олиго- и α -мезосапробных, снижение значений индекса сапробности, увеличение индекса Шеннона. Восстановление сообщества прослеживается по индексам видового сходства.

Для фитопланктона последствиями снижения нагрузки загрязнения и изъятия донных отложений для оз. Нижний Кабан являются преобладание мелкоклеточных, колониальных сине-зеленых и зеленых водорослей, массовая вегетация видов-индикаторов загрязненных и эвтрофных вод (*Stephanodiscus hantzschii* и др.).

Следовательно, планктонные сообщества при восстановлении озер к умеренно-загрязненному состоянию приобретают черты сообществ эвтрофных озер.

В случае дноуглубления и реконструкции котловины озера на примере оз. Малое Лебяжье [Бариева, 2003] происходит резкое увеличение показателей отдельных видов фитопланктона, типичных прежде для данного типа водоема. При подаче воды и поступлении биогенных веществ с затопляемых берегов происходит увеличение количественных характеристик фитопланктона; нестабильность состояния отражается в хаотичном характере сезонных изменений с частой сменой доминирующих видов водорослей.

Отраженные тенденции в изменении биотических сообществ подтверждают ранее сформулированные принципы частичной обратимости и «генетической» памяти в концепции восстановления озер [Мингазова, 1999]; процесс восстановления идет по пути частичного восстановления прежних свойств.

С. О. Скарлато

(Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург, Россия)

s_skarlato@yahoo.com

КЛЕТОЧНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ПЛАНКТОННЫХ ПРОТИСТОВ К ОБИТАНИЮ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Планктонные протисты (динофлагелляты, инфузории, амeboидные организмы и другие одноклеточные эукариоты) эффективно адаптируются к быстро изменяющимся условиям окружающей среды, что позволяет им выживать в условиях стресса и первыми заселять неблагоприятные местообитания. Эти организмы формируют большую часть «древа жизни» и обычно характеризуются большим

видовым разнообразием, особенно в водных экосистемах, высокими скоростями размножения и ярко выраженными физиологическими адаптациями к различным формам стресса. Протисты играют ключевую роль в формировании окружающей среды, а не просто зависят от физических и химических свойств среды обитания. Эти одноклеточные эукариоты создают устойчивые и многочисленные популяции в таких биотопах, где многоклеточные организмы испытывают губительный физиологический стресс и нередко вымирают. Однако большинство тонких механизмов адаптивности протистов к обитанию в условиях стресса до сих пор остаются неясными из-за недостаточной изученности этой важной биологической проблемы. В докладе будут представлены новые данные о клеточном цикле, синтезе ДНК и РНК, ионных каналах, спектрах стресс-белков и особенностях метаболизма (миксотрофии) у модельных видов протистов. По нашему мнению, результаты этих исследований способствуют развитию традиционных представлений о закономерностях формирования биоразнообразия в некоторых жизненно важных для человечества местообитаниях – например, крупных эстуариях, лагунах и солонатоводных морях, стимулируя формирование новых концепций и смену устоявшихся, но постепенно устаревающих экологических и цитофизиологических парадигм. Грант РФФИ 13-04-00703_а.

И. В. Телеш

(Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия)

Irena.Telesh@zin.ru

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ И ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОПЛАНКТОНА В ГРАДИЕНТЕ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ

Работа выполнена с целью развития представлений о динамике микропланктона в градиенте солености воды и выявления закономерностей формирования максимального видового разнообразия планктонных протистов в зоне критической солености 5-8 ‰ [Telesh et al., 2011], т. е. в хорогалиникуме, где крупные бентосные организмы испытывают разрушительный осмотический стресс. Новые данные о микропланктоне позволили предположить, что в среде с резкими колебаниями солености механизмы регулирования структуры сообществ и жизненные стратегии мелких одноклеточных планктонных организмов существенно отличаются от таковых у крупных многоклеточных обитателей донных биотопов. Это предположение инициировало попытки установить количественную связь между размером тела (клетки) и видовым разнообразием планктона в градиенте солености воды и определить роль размерной структуры сообщества в формировании максимума видов микропланктонных организмов в хорогалиникуме. Кроме того, возникла необходимость соотнести эти новые концептуальные построения с практическим опытом исследования морского планктона, который показывает, что результаты обобщения многолетних данных по большим акваториям зачастую парадоксальным образом противоречат данным полевых наблюдений. В работе обсуждаются три взаимосвязанные ги-

потезы, которые были верифицированы с помощью многолетней (1972-2006 гг.) базы данных по фитопланктону Балтийского моря. Гипотеза 1: таксономическое разнообразие наиболее мелких и, следовательно, наиболее быстро эволюционирующих видов одноклеточных эукариотных организмов выше в хорогалиникуме по сравнению с другими участками градиента солености. Гипотеза 2: более ярко выраженная сезонность в развитии пелагических сообществ в хорогалиникуме по сравнению с другими секторами градиента солености воды способствует изменению структуры сообществ в сторону доминирования видов более мелкого размера. Гипотеза 3: максимум видов протистов в хорогалиникуме выявляется в результате большой вариабельности данных, обусловленной сильной изменчивостью условий обитания в зоне критической солености воды, в то время как видовое богатство протистов в каждой пробе из хорогалиникума относительно невелико. Исследование выполнено с применением корреляционного анализа, методов непараметрического многомерного шкалирования с использованием матрицы сходства Брея-Кертиса, а также анализа кривых расхождения. Результаты исследования позволили получить статистическое подтверждение справедливости всех трех гипотез и выдвинуть предположение о главенствующей роли размера одноклеточных организмов в формировании максимального видового разнообразия микропланктона в зоне критической солености воды.

Работа поддержана грантом РШ-5142.2014.4 «Научная школа продукционной гидробиологии» и грантом РФФИ № 15-29-02706.

*И. Ю. Фенева¹, П. Давидович², М. И. Гладышев^{3, 4},
И. Костиевска-Шлаковска⁵, М. Жапецкий⁵, В. И. Разлуцкий⁶,
Н. Н. Сущик^{3, 4}, Н. Н. Майсак⁶, А. Р. Дзиаловский⁷*

*(¹Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова, РАН, Москва, Россия;*

²Варшавский университет, Варшава, Польша;

³Институт биофизики Сибирского отделения РАН, Красноярск, Россия;

⁴Сибирский государственный университет, Красноярск, Россия;

*⁵Институт экспериментальной биологии
им. М. Ненцекего, Варшава, Польша;*

*⁶Научно-практический центр НАН Беларуси
по биоресурсам, Минск, Беларусь;*

*⁷Оклахомский государственный университет, Стилвотер, США)
feniova@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ РЫБЫ И МОЛЛЮСКОВ-ФИЛЬТРАТОРОВ НА УСПЕХ ВСЕЛЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ В ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА

Изучение факторов, регулирующих обилие, размерную структуру и динамику сообществ ветвистоусых ракообразных представляет собой актуальную проблему современности. Известно, что сообщества ветвистоусых ракообразных контролируются как «сверху» со стороны хищников, так и «снизу» обили-

ем и качеством пищевых ресурсов. Для того, чтобы разобраться какова относительная роль основных регулирующих факторов и их комбинированных воздействий на динамику сообществ ветвистоусых ракообразных мы провели многофакторный эксперимент в мезотрофных условиях, где факторами были рыбы, дрейссена (*Dreissena polymorpha*) и чужеродные виды *D. magna* и *D. pulicaria*. Эксперименты проводили в 300 л мезокосмах, наполненных водой из мезотрофного озера с содержащимся в ней естественным фито- и зоопланктоном. Целью эксперимента было показать как меняется видовая структура сообществ ветвистоусых ракообразных, общая биомасса и биомасса отдельных видов, а также размерная структура популяций при воздействии рыбы, моллюсков-фильтраторов и чужеродных видов. Было показано, что крупные чужеродные виды способны подавлять развитие мелких видов ветвистоусых ракообразных в результате понижения количества пищевых ресурсов в среде. Рыбы преимущественно выедали крупных особей и сдвигали возрастную структуру в сторону мелких форм и, кроме того, при воздействии рыбы количество сосуществующих видов конкурентов в планктоне возрастало. Напротив, дрейссена понижала обилие мелких видов ветвистоусых ракообразных, однако, биомасса крупных чужеродных видов возрастала в присутствие дрейссены. Поскольку количество пищевых ресурсов для ракообразных в присутствие дрейссены сокращалось, то успех вселения чужеродных видов в мезокосмы с дрейссеной был связан с качеством пищевых ресурсов. Показано, что соотношение углерод (С) : фосфор(Р) под влиянием дрейссены значительно снижается, что благоприятствует развитию крупных видов дафний. В итоге, эксперимент продемонстрировал всю сложность многофакторных воздействий на динамику сообществ ветвистоусых ракообразных.

Секция 1: ТАКСОНОМИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ

В. Н. Андронов

*(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П. П. Shirshova РАН, Калининград, Россия)*

vandro@mail.ru

РЕВИЗИЯ СИСТЕМЫ И ФИЛОГЕНИИ ВЕСЛОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ ОТРЯДА CALANOIDA (CRUSTACEA, COPEPODA)

Предлагаемая ревизия системы Calanoida – развитие опубликованных ранее [Андронов, 1974] представлений о макроклассификации и филогении отряда Calanoida. Основа рассуждений, строилась, главным образом, на законе необратимости эволюции Долло (L. Dollo) и законе о происхождении новых групп от неспециализированных предков Копа (E. D. Cope). Вместе с концепцией об олигомеризации гомологичных органов в эволюции животных Догеля (1954) они привели к общепринятым среди копеподологов критериям, согласно которым эволюция веслоногих ракообразных характеризуется олигомеризацией и идет, в основном, по пути редукций, слияний и утрат, т. е. примитивным считается состояние максимального расчленения и вооружения конечностей. Схема филогенетических отношений надсемейств Calanoida создана по морфологическим признакам без применения компьютерных кладистических программ. Показано, что геникулирующее устройство на антеннуле самцов разных семейств могло быть сформировано разными парами сегментов или комплексами слившихся сегментов, да и сама геникулирующая антеннула у видов разных семейств могла иметь принципиально разное строение. После таксономических преобразований оказалось, что у представителей 6 надсемейств из 7, кроме надсемейства Eucalanoidea, самцы хотя бы нескольких родов имеют геникулирующую антеннулу. Таким образом, морфологические различия геникулирующих антеннул самцов свидетельствуют об их независимом возникновении у представителей разных семейств Calanoida. Это позволяет утверждать, что неизменная антеннула самца является первичной, более примитивной по отношению к геникулирующей. Использование только единственного признака, наличие или отсутствие геникулирующей антеннулы самца, не позволяет разделять семейства Calanoida на 2 группы семейств, Amphaskandria и Heterarthrandria, как это предлагал W. Giesbrecht (1893), и от чего позднее отказался G. O. Sars (1925). Тем не менее, привлечение дополнительных отличительных признаков – наличие или отсутствие внешней щетинки на максилле, а также наличие или отсутствие миелиновой оболочки на аксонах – позволяет вернуться к предложенному Гисбрехтом разделению традиционных семейств Calanoida на 2 группы, 2 основные ветви эволюции этого отряда. Им придается ранг подотряда. Описательные названия, Amphaskandria и Heter-

arthrandria, заменены соответственно на Calanoidei и Diaptomoidei. Ревизия родового состава традиционных семейств Calanoidei, слияние некоторых из них в единое семейство привело к существенному сокращению количества семейств и надсемейств. Особенности строения первой пары плавательных ног (P1), характер редукции сегментов эндоподита P1 и расположенных на них щетинок, наряду с другими признаками позволяют достаточно четко разграничивать надсемейства этого подотряда. Надсемейство Eucalanoidea сохранило свой прежний состав, включающий и семейство Mesocyclopidae. Виды надсемейства Ryocalanoidea в ранге подсемейства включены в состав сем. Spinocalanidae. Предок подотряда Diaptomoidei дал начало двум ветвям эволюции. У самцов надсемейства Arietelloidea геникулирующая антеннула преимущественно левая, I и II анцестральные сегменты антеннулы самки всегда слиты, сегменты III и IV, как правило, разделены, и предпоследний сегмент максиллипеды без наружной щетинки. В надсемействе четко различаются лишь 3 семейства: Metridinidae, Arietellidae s. l. и Discoidae. Другая ветвь эволюции предка Diaptomoidei включает представителей двух надсемейств: Pseudocyclopoidea (1 семейство) и Diaptomoidea (4 семейства). Предки родов Pseudocyclopoidea никогда не выходили в пелагиаль, сохранив уникальный признак: наличие 3 шипов на внешнем крае Re3 P5 самки. У самок Diaptomoidea внутренняя щетинка Re2 P5 всегда полностью слита с несущим ее члеником.

В результате таксономических преобразований количество семейств уменьшилось с 45 до 18, а надсемейств – с 11 до 7. Установлены 2 новых подотряда, Calanoidei и Diaptomoidei, 4 новых подсемейства: Undinulinae, Parvocalaninae, Eurytemorinae, Heterocopinae.

Н. М. Мингазова

(Казанский (Приволжский) федеральный
университет, Казань, Россия)

nmingas@mail.ru

О РОЛИ КАЗАНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ВИДА *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) В РОССИИ

В истории отечественной лимнологии казанские исследователи озер занимают свое скромное, но почетное место. Так, работа М. Д. Рузского (1889) «О пелагической фауне озер Кабан» еще современниками была оценена как «...единственная лимнологическая работа для всего северо-востока европейской части России» [Мейснер, 1904; Мингазова, Котов, 1989]. Интересным фактом в истории фаунистических исследований ракообразных водоемов России является открытие одного из видов ракообразных на озерах Кабан задолго до описания данного вида в России, принятого в российских определителях. В 1868 г. в трудах I Съезда русских естествоиспытателей в Санкт-Петербурге публикуется работа профессора зоологии Казанского императорского университета Н. П. Вагнера [1868 б] об

отдельной интересной форме низших ракообразных (под названием *Hyalosoma dux*), обнаруженной в оз. Кабан. Сообщение об этой малоизвестной работе отражено в монографии «Казанские озера» [Мингазова, Котов, 1989].

Н. П. Вагнер – личность неординарная, известен как профессор Казанского университета, ученый-зоолог, писатель, поэт (псевдоним «Кот Мурлыка») и медиум. В Казани работа публикуется отдельной брошюрой [Вагнер, 1868 а], с великолепными для того периода описанием и иллюстрациями. В современных определителях описанный Н. П. Вагнером вид указывается как *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), и для России отмечен гидробиологами уже только в работах 30-40-х годов прошлого века. Следовательно, работа Н. П. Вагнера является, вероятно, самой первой работой по определению данного вида в России.

Н. М. Коровчинским в 2012 г. отмечается, что Н. П. Вагнером [1868 б] было сделано очень подробное описание внешнего и внутреннего строения уникального во многих отношениях ветвистоусого ракообразного *Leptodora kindtii* (Focke) (под названием *dux*), превосходившее таковые европейских авторов *Hyalosoma*. Уникальность лептодоры отмечается автором и в других работах [Korovchinsky, Boikova, 2008]. Около 170 лет назад вид *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) был широко распространен в умеренных широтах Северного полушария; история его первоначального описания дана в работе Дюмона и Холлведела [Dumont, Hollwedel, 2009; цит: Коровчинский и др., 2012].

В заключение добавим, что *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), указанный в работах казанских исследователей (Н. П. Вагнер, М. Д. Рузский, В. И. Мейснер, В. В. Нечкина) в 1868, 1889, 1904 и позднее в 70-х годах, не отмечался в озерах Нижний и Средний Кабан г. Казани в начале 80-х годов, в период токсификации озер и периода применения восстановительных мероприятий. После принятия восстановительных мероприятий вид снова присутствует, с небольшой численностью. Постоянно отмечается также для Куйбышевского водохранилища (р. Волга) у Казани.

А. Н. Неретина

(Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия)

neretina-anna@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ТРУДНО ИДЕНТИФИЦИРУЕМЫХ ВИДОВ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ ОЗЕРА ТАНА (ЭФИОПИЯ, ВОСТОЧНАЯ АФРИКА)

Озеро Тана расположено в северо-западной части Эфиопского нагорья на высоте более 1800 м над уровнем моря. По площади оно является крупнейшим озером Эфиопии. Ветвистоусые ракообразные оз. Тана достаточно часто стано-

вились объектами различных гидробиологических исследований, однако опубликованные видовые списки не были снабжены иллюстрациями и подробными комментариями по встреченным таксонам. Накопление «голых» видовых названий не позволяет сделать заключение о реальном видовом составе кладоцер озера и приводит к путанице при сопоставлении данных, полученных разными авторами. В связи с этим, цель нашей работы – детальное изучение морфологии кладоцер оз. Тана.

Материалом для данной работы послужили 12 качественных проб, которые были собраны 27 и 28 ноября 2014 г. на 6 станциях, заложенных в Бахар-Дарском заливе озера. С моторной лодки на каждой станции планктонной сетью отбирали по две пробы: в литоральной части и на открытой воде. Материал фиксировали на месте 4 % раствором формальдегида. Для микроскопической обработки проб использовали биноккуляр LOMO, световой микроскоп Olympus BX41 и сканирующие электронные микроскопы (СЭМ): Jeol JSM 840-A и CamScan.

На данном этапе наших исследований изучена морфология 19 видов ветвистоусых ракообразных оз. Тана.

На основе полученных морфологических данных большую часть видов удалось однозначно определить по имеющимся литературным источникам (*Alona cambouei* Guerne & Richard, 1893; *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776); *Camptocercus uncinatus* Smirnov, 1971; *C. vietnamensis* Than, 1980; *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862; *Chydorus parvus* Daday, 1898; *Diaphanosoma orghidani* Negrea, 1982; *Dunhevedia crassa* King, 1853; *Ilyocryptus spinifer* Herrick, 1882; *Leberis diaphanus* (King, 1853); *Macrothrix spinosa* King, 1853; *M. triserialis* Brady, 1886 и *Simocephalus mixtus* Sars, 1903). *Acroperus* sp. из нашего материала по морфологии партеногенетических самок наиболее сходен с двумя видами: *A. harpae* (Baird, 1834) и *A. angustatus* Sars, 1863. Наиболее четким признаком, разграничивающим эти виды, является степень выраженности щетинки на проксимальном членике эндоподита антенны. У *A. angustatus* длина этой щетинки примерно равна длине среднего членика эндоподита, у *A. harpae* длина щетинки составляет примерно 2/3 длины членика, а у *Acroperus* sp. – до 1/2 длины членика. Выявленный хиатус в морфологии позволяет нам утверждать, что *Acroperus* sp. из оз. Тана представляет собой новый для науки вид. Отличия в морфологии антенн также были найдены у партеногенетических самок *Moinodaphnia*: популяция из оз. Тана отличается от популяции *Moinodaphnia macleayi* (King, 1853) из типового местообитания (Австралия) чуть более длинным терминальным шипом экзоподита антенны. *Ceriodaphnia* cf. *cornuta* Sars, 1885 из оз. Тана по скульптуре эфиппиумов (эфиппии со вздутыми буграми, от которых отходят толстые отростки) отличается от исследованных при помощи СЭМ видов этого комплекса. Выявленные особенности морфологии в дальнейшем будут использованы нами при ревизии этих видов. Для уточнения определения некоторых таксонов (*Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851) s. l., *Chydorus* cf. *sphaeri-*

cus (O. F. Müller, 1776) и *Moina micrura* Kurz, 1874) в дальнейшем мы планируем провести исследование морфологии самцов, поскольку по морфологии партеногенетических самок, к сожалению, невозможно провести более точное определение.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-14-00778.

Е. В. Попова

(Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия)

katupopova@gmail.com

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ РЕВИЗИЯ ГРУППЫ *DAPHNIA ATKINSONI* (CRUSTACEA: CLADOCERA)

Представители рода *Daphnia* O. F. Müller, 1785 (Cladocera: Daphniidae) являются популярными и важными объектами биологических исследований различной направленности, в частности в области экологии, эволюционной биологии, генетики и т. д. Различные виды данного рода широко распространены по всему миру, и обитают во всех возможных типах пресноводных водоемов. Род *Daphnia* подразделяется на три подрода: *Daphnia* (*Australodaphnia*) Colbourne, Wilson et Hebert, 2006, *Daphnia* s. str. и *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) Dybowski et Grochowski, 1895 [Colbourne et al., 2006]. Значительное количество исследований посвящено представителям подрода *Daphnia*, в то время как представители подрода *Daphnia* (*Ctenodaphnia*), за исключением *D. magna*, долгое время оставались вне зоны внимания исследователей.

Виды подрода *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) считаются самыми крупными представителями кладоцер. Они населяют преимущественно временные водоемы. В данном подрode остались группы видов, требующие адекватной ревизии, каждая такая группа состоит из нескольких как описанных, так и требующих описания видов. К таким группам с затрудненной систематикой относится и группа видов *Daphnia atkinsoni*.

Генетические исследования группы *Daphnia atkinsoni* с использованием генов CO1 и 12S привели к выявлению четырех видов на территории Западной Евразии. Нами подробно изучена морфология всех четырех видов и показано что данные виды различаются и по морфологическим признакам. Если партеногенетические самки всех четырех видов относительно сходны, то самцы у этих видов имеют значительные отличия, в частности, в выраженности надглазничного купола, степени редуцированности анальных зубчиков на постабдомене, длине капюльторных придатков на постабдомене, длине флагеллума (дополнительной чувствительной щетинки самца) на антенне I. Крайне примечательным является тот факт, что эти отличия аналогичны таковым между самцами другой ранее ревизованной нами группы видов, *Daphnia similis*. К сожалению, в настоящее время хорошо изученные только

популяции из Западной Евразии, в то время как известно, что представители группы *D. atkinsoni* проникают на юг до Монголии. Выявленные морфологические различия между самцами позволяют различать виды в формалиновых пробах, ранее собранных в труднодоступных местонахождениях юга Сибири.

Исследование поддержано Российским научным фондом (№ проекта: 14-04-01149-а).

И. П. Прокопчук, В. Н. Нестерова
(Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии
им. Н. М. Книповича, Мурманск, Россия)
irene_pr@pinro.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Настоящая работа основана на анализе данных по зоопланктону, которые были получены в ходе выполнения научно-исследовательских рейсов на НИС ПИНРО в весенне-летний и осенний периоды 2004-2013 гг. Материал был собран с помощью планктонной сети Джеди (диаметр входного отверстия – 37 см, размер ячеек сита – 180 мкм). В работе рассматривается видовой состав, его структура, доминирующие группы и виды.

По имеющимся данным в пробах планктона было обнаружено более различных 100 таксонов, относящихся к 14 типам. Наибольшим видовым разнообразием отличался подкласс *Copepoda* – более 30 таксонов. Представители этой группы были наиболее многочисленными и составляли основу биомассы зоопланктона.

С. А. Щербань, А. А. Шмелева, Л. С. Щербатенко
(Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского, Севастополь, Россия)
Shcherbansa@mail.ru

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЕСЛОНОГИХ РАКОВ (COPEPODA) В НИЗОВЬЕ РУСЛА РЕКИ ЧЕРНАЯ, ВПАДАЮЩЕЙ В СЕВАСТОПОЛЬСКУЮ БУХТУ

Приустьевые акватории и речные дельты (граница «река–море») являются «горячими точками» для интродукции чужеродных видов, поэтому изучение биоразнообразия планктонных сообществ в этих зонах крайне важно. После огромного перерыва, в 2004 г., возобновлены исследования фауны беспозвоночных приустьевой зоны р. Черная. Получены характеристики видового состава голо-, меропланктона и бентопланктонных животных [Шмелева и др., 2008]. Авторами отмечено 11 видов чужеродных веслоногих раков средиземноморского происхождения.

Целью работы являлось изучение таксономического состава копепод в низовье р. Черная по результатам мониторинга 2004-2007 гг. Пробы собирали на двух станциях по руслу реки на расстоянии 400 м (станция 1) и 900 м (станция 2) от места впадения в Севастопольскую бухту при диапазоне солености 3,0-15,5 ‰.

За период исследования идентифицировано 35 таксономических форм [Vives, 2007], из которых 14 – морские полигалинные виды, несвойственные опресненным водам. Последние встречались в основном на станции 1 и были случайными (отмечены в менее 1 % случаев) в разные сезоны года. Среди частовстречаемых (20-80 % случаев) – представители семейства Oithonidae: *Oithona decipiens* Farran, *O. brevicornis* Giesbr (вселенец) и *Oithona* sp. В эстуарной зоне, находящейся всего в километре от станции 1, отмечены те же виды [Шмелева и др., 2008]. По данным авторов, из 35 видов – 15 общие с районом русла реки.

К массовым можно отнести циклопид *Oithona nana* Giesbr. и *Cyclopina* sp.; 9 видов калянид, 4 из которых рода *Acartia* встречались повсеместно при солености 5,8-15,5 ‰ и 1 таксон Роецилостоматоиды (*Saphirella* sp.). Последний оказался обычным в большинстве проб не только по руслу реки, но и в эстуарной части и Севастопольской бухте [Шмелева и др., 2008]. В воде с низкой соленостью (2,9-3,9 ‰, станция 2) найдено 7 таксономических форм – *Acartia tonsa*, *Acartia lamasii*, *Acartia* sp., *Paracalanus* sp., 2 вида рода *Oithona* и единичные экземпляры *Saphirella* sp.

Веслоногие раки регулярно проникают с нижнебосфорским течением из Мраморного моря в Черное. До недавнего времени в Черном море встречалось немногим более 60 видов средиземноморских Copepoda и их распространение ограничивалось прибосфорским районом. В последние десятилетия увеличивается число чужеродных видов не только в прибосфорском районе, но и в прибрежных водах Крыма и Кавказа [Загородняя, 2002; Селифонова, 2007]. Значительное их количество объясняется переносом в эти регионы с балластными водами судов. В 1999 г. в районе Геленджика обнаружены 4 вида тропических средиземноморских Copepoda – *Euchaeta marina* Prestandrea, *Pleuromamma gracilis* Claus, *Scolecithrix danae* Lubbock, *Rhincalanus nasutus* Giesbr. [Виноградов и др., 2000]; в 2001 г. в экспедиции НИС «KNORR» в западной части моря – 33 таксономические формы [Kovalev et al., 1998]. Многие из них давали незначительные вспышки численности, однако только 1 – циклопидная копепода *Oithona brevicornis* дал колоссальную вспышку в неритической зоне Крыма. Осенью 2006-2007 гг. его численность достигла 50 тыс. экз./м³ – максимальных значений плотности копепод за последние 40 лет [Gubanova, 2007]. С августа по декабрь 2010 г. вид всецело доминировал в зоопланктоне восточного шельфа [Selifonova, 2011].

В свете сказанного, находка единичных экземпляров циклопид (*Oncaea dentipes* Giesbr., *Oncaea media* Giesdr., *Oithona vivida* Farran, *Corycaes clausi* Dahl), калянид (*Calocalanus tenuis* Farran, *Calocalanus pavoninus* Farran, *Ctenocalanus vanus* Giesbr., *Centropages furcatus* Dana, *Acartia discaudata* Giesbr.), а также 2-х неизвестных форм рода *Oncaea* (*Oncaea* sp. 1, 2) в низовье реки представляет исключительный. При попадании эвригалинных видов в среду с опти-

мальными для него условиями может произойти экологический «взрыв численности», как в случае с *O. brevicornis*. Именно за счет подобных групп может идти обогащение фауны копепод Черного моря и прилегающих акваторий.

Итак, в приустьевой зоне р. Черная идентифицировано 35 таксономических форм копепод, 9 из которых средиземноморского происхождения [Vives, 2007]. Обнаруженные раки имеют разную галопатию. 14 морских полигалинных видов отмечены в диапазоне солености 5,8-15,5 ‰; из них 7 – при 3,0-3,9 ‰. Все они типичны как для района эстуария реки, так и для Севастопольской бухты. Значительное разнообразие позволяет характеризовать мезозоопланктонное сообщество экосистемы русла реки как благополучное.

*G. D. Kolbasova*¹, *A. O. Zalevsky*², *A. R. Gafurov*², *P. O. Gusev*²,
*M. A. Ezhova*², *A. A. Zheludkevich*², *O. P. Konovalova*¹,
*N. U. Kotlov*², *N. O. Lanina*², *A. S. Lapashina*², *D. O. Medvedev*²,
*K. S. Nosikova*², *E. O. Nuzhdina*², *G. A. Bazykin*², *T. V. Neretina*^{1, 2}

(¹*N.A. Pertsov White Sea Biological Station, M. V. Lomonosov
Moscow State University, Moscow, Russia;*

²*Faculty of Bioengineering and Bioinformatics of M. V. Lomonosov
Moscow State University, Moscow, Russia)*
utricularia57@yandex.ru

SIXTEENTH-EYED LION MANE – A NEW CYANEA SPECIES FROM THE WHITE SEA

The genus *Cyanea* includes some of the most conspicuous and majestic representatives of megaplankton. Throughout the last century its taxonomy has been revised repeatedly due to high morphological plasticity of *Cyanea* species. Until recently all *Cyanea* from European Arctic have been identified as *Cyanea capillata*. Here, we describe *C. tzetlinii* sp. nov. – a new *Cyanea* species sympatric to *C. capillata*. Morphologically *Cyanea tzetlinii* sp. nov. is easily distinguishable from all described *Cyanea* species by an eye-spot-bearing bulb in the basal part of each of the eight rhopalia upon the subumbrellar side of the bell, as well as by a unique combination of other morphological traits (the shape of bell margin, structure of gastrovascular system, color and nematocysts clusters on the exumbrellar surface). All the collected specimen of *C. tzetlinii* sp. nov. were somewhat smaller than *C. capillata* from the White Sea collected in the same time in the same place. This well-recognizable morphological characteristic is supported at the molecular level by a substantial genetic distance in mitochondrial (CO1: 9,6-10,6 %, 16S RNA: 3,1-3,5 %) as well as nuclear (ITS: 5,0 %, 18S RNA: 0,1 %) loci, making it the sister species to *Cyanea capillata*. In the ecological aspect we can note that mature *C. tzetlinii* sp. nov. form accumulations a bit later, than *C. capillata*. Taking into account the young geological age of the White Sea and a substantial genetic divergence between *C. tzetlinii* sp. nov. and the nearest sister species, we suppose that *C. tzetlinii* sp. nov. has been advected to the White Sea from elsewhere and may also inhabits other Arctic seas.

N. M. Sukhikh, V. R. Alekseev
(Zoological Institute of RAS, Saint-Petersburg, Russia)
Susikh1@mail.ru

NEW SPECIES WITHIN *EURYTEMORA AFFINIS* SPECIES COMPLEX

Our understanding of the *Eurytemora affinis* complex systematics has evolved at a fast pace over the last decades. The analysis of extensive *E. affinis* samples using mitochondrial genes 16S rRNA and cytochrome C oxidase 1 (CO1) revealed significant genetic heterogeneity in the northern hemisphere [Lee, 1999, 2000; Winkler et al., 2011] and *E. affinis* was supposed as a complex of cryptic species.

After careful morphological analysis, It is now believed to include 3 valid species: *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880), *Eurytemora carolleeae* [Alekseev, Souissi, 2011] and *Eurytemora caspica* [Sukhikh, Alekseev, 2013]. We also suppose *Eurytemora affinis* from Far East is, possibly, one more new species, because of geographical isolation, genetic distance and morphological differences comparing to other studied populations.

The precise morphological study of *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880) from European waters allowed us to suppose 3 new subspecies presence *E. affinis affinis* from the Elbe River, *E. affinis baltica* from the Gulf of Finland and *E. affinis franci* from Gironde (in press).

Differences among species and subspecies were observed in structures of caudal rami, genital segment, fifth and fourth pairs of legs. Significant quantitative differences in structures of mandible and setae of caudal rami were also observed among species.

For the work the Federal Collection N 96-03-16, Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg was used. This work was supported by the BIODISEINE and ZOOGLOBAL Seine Aval projects in France, the «Biodiversity» grant from the Presidium of the Russian Academy of Sciences; Russian Foundation for Basic research under, 14-04-01149 A, 14-04-00932 A and Government programs N 01201351195 and N 01201351192.

Секция 2: БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В ПЛАНКТОНЕ

А. Г. Архипов, В. В. Лидванов, Р. А. Пак
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
arkhipov@atlant.baltnet.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП ИХТИОПЛАНКТОНА ЮЖНОЙ ЧАСТИ МАРОККО

Воды у побережья южной части Марокко (28-21° с.ш.) расположены в тропической климатической зоне и населены представителями субтропической и тропической ихтиофаун. В исследуемом регионе происходит массовый нерест стайных неритических рыб. В верхнем 100-метровом слое над шельфом отмечается более 100 видов ихтиопланктона (пелагических икринок и личинок рыб). Район находится под воздействием Канарского течения, которое следует вдоль побережья Африки в юго-западном направлении. Динамическая структура вод в неритической зоне Канарского апвеллинга имеет важное значение для расположения нерестовых скоплений, путей переноса икринок и личинок и местонахождения молоди стайных пелагических рыб. Наличие синоптических вихрей разного знака в зоне Канарского апвеллинга обуславливает «пятнистость» распределения выметанной рыбами икры. Эти пятна наблюдаются на периферии вихревых образований. Однако выноса икринок за пределы синоптических вихревых образований, как правило, не происходит ввиду их короткого эмбрионального периода развития (1,5-2 суток) при существующей в районе температуре воды. Дрейфовые миграции прослеживаются на этапе личиночного периода развития рыб. [Калинина, 1981; Доманевский, 1998; Архипов, Седлецкая, 2000; Архипов, 2003; 2009].

С использованием многомерных методов анализа данных относительной численности различных таксономических групп ихтиопланктона возможно получить наглядные результаты, позволяющие объективно оценить сходство видовой структуры основных комплексов, формирующихся в разные периоды исследований, типизировать структурные состояния и на этой основе оценить их сезонные и межгодовые перестройки. Процедура многомерного шкалирования позволяет изобразить совокупность объектов в виде набора точек в пространстве небольшой размерности, и более или менее адекватно отражает исходное взаимоотношение между ними. В результате объекты, которым в исходной матрице соответствуют меньшие меры сходств, должны находиться далеко друг от друга, а объекты, которым соответствуют большие меры сходств, — близко. Такое их расположение в геометрическом пространстве дает возмож-

ность наглядного представления данных, удобного для визуального анализа, выявления скрытых признаков и свойств объектов. Среди разнообразия методов многомерного шкалирования наибольшую популярность приобрел неметрический метод Краскала [Терехина, 1986; Лидванов, 2014]. Именно он рекомендован в экологических исследованиях, интегрирован в пакете программ PRIMER-6 и использован в настоящей работе.

Нами рассмотрены материалы по распределению ихтиопланктона в слое воды 0-100 м (0-дно), полученные в июле-августе 2008 г. в ходе комплексной съёмки в южной части Марокко. Были проанализированы данные по распределению икринок массовых рыб, сгруппированных по семействам. Результаты многомерного анализа показали, что в районе исследований можно выделить три самостоятельные таксономические группы – миктофидную (сем. *Myctophidae*), клупеидную (сем. *Clupeidae*) и ботидную (сем. *Bothidae*) (рисунок). Икринки представителей сем. *Myctophidae* (светящиеся анчоусы) в основном встречались в океанической части съёмки на глубоководных станциях, сем. *Clupeidae* (сельдевые) – в прибрежной части и на шельфовом склоне, сем. *Bothidae* (ромбовые) – как правило на мелководных станциях. Подтверждено представление о том, что мезопелагические виды рыб (светящиеся анчоусы) нерестятся на удалении от берегов, сельдевые – ближе к побережью, а придонные виды (ромбовые) – на мелководье.

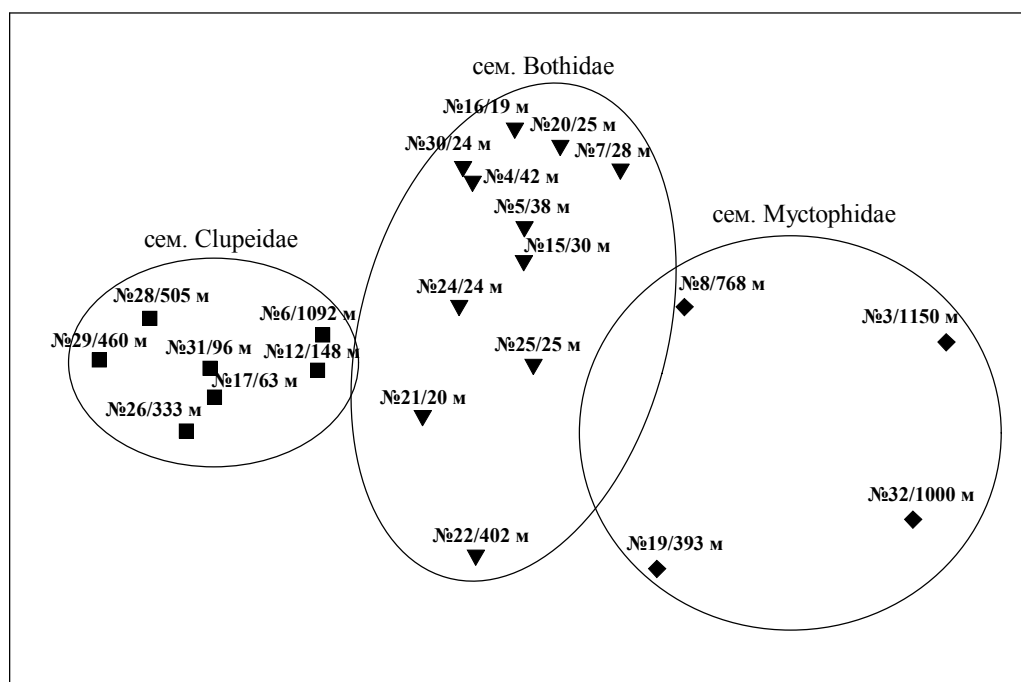


Рисунок – Данные многомерного анализа
(№28/505 м – номер станции/глубина)

Таким образом, описанная методика анализа материала дает возможность комплексно описать ихтиопланктонное сообщество пелагиали южной части Марокканского побережья, т. е. позволяет охарактеризовать не только состав и структуру фауны, но и выявить особенности распределения разных таксономических групп массовых видов рыб на ранних стадиях их развития.

Т. Г. Васильева, Ф. А. Патокина
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
vasiljeva@atlant.baltnet.ru, ftokina2008@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ТРОФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ШПРОТА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ

Балтийский шпрот в Юго-Восточной Балтике образует две локальные группировки: шпрот района Гданьской впадины (26-й подрайон ИКЕС) и шпрот района Готландской впадины (28-й подрайон). Анализ данных гидроакустических съемок с 1994 по 2011 г. позволил выделить два периода изменений в пространственном перераспределении величины, структуры запаса и спектра питания шпрота в 26-м и 28-м подрайонах, которые связаны с изменениями гидрологического режима вод.

Первый период (первая половина 90-х годов прошлого столетия) характеризовался значительным увеличением численности и биомассы шпрота в 26-м подрайоне, в сравнении с 28-м. Причиной такого перераспределения рыбы послужила мощная горизонтальная и вертикальная адвекция североморских вод в 1993-1994 гг. В 28-й подрайон поступления адвективных вод в это время еще не наблюдалось. Основу возрастной структуры скоплений шпрота составляли рыбы более 2 лет. Шпрот распределялся в широком диапазоне глубин: рыбы младших возрастов (менее 2-х лет) находились в верхних слоях моря, старших (более 2-х лет) – в глубоководных слоях. В пищевом спектре рыб доминировал псевдокалянус (*Pseudocalanus elongatus*).

Во второй период (со второй половины 90-х годов) запасы шпрота до 2004 г. относительно равномерно распределялись между подрайонами 26 и 28-м. С 2005 г. отмечалось значительное снижение биомассы и численности шпрота в 26-м подрайоне, особенно рыб старших возрастов. Гидрологический режим в этот период характеризовался повышением температуры и солености как в глубоководном, так и в промежуточном слоях и снижением содержания кислорода в глубоководном слое. Шпрот всех возрастов распределялся в слоях воды до 60-70 м с высокими значениями кислорода, так как в более глубоководных слоях содержание кислорода понижалось до значений, лимитирующих батиметрическое распределение рыб старших возрастов. Основу структуры запаса вида в 26-м подрайоне стали составлять младшие возрастные группы. Численность шпрота более 2-х лет заметно снизилась. В пищевом спектре рыб доминировали акарция и темора.

Произошедшие изменения гидрологической ситуации в районе исследований сопровождались снижением доли морского солоноватоводного вида (*Pseudocalanus elongatus*) в планктонном сообществе, но не затронули виды с широким температурным и соленостным диапазоном (*Acartia* и *Temora longicornis*). Изменения в планктонном сообществе отразились на пищевом спектре шпрота. Доля псевдокалянуса с 1996 г. заметно уменьшалась, а в 2003-2005 гг. он практически отсутствовал в его желудках.

Таким образом, снижение численности шпрота старших возрастов во втором периоде в 26-м подрайоне было вызвано низким содержанием кислорода в местах традиционного распределения этих возрастных групп (глубоководные слои моря) и снижением доли доступного псевдокалянуса в пищевом спектре вида.

Е. Ю. Воякина, Е. Н. Чернова, Я. В. Русских, З. А. Жаковская
(Научно-исследовательский центр экологической
безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия)
katerina.voyakina@gmail.com

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В ЭВТРОФНЫХ ВОДОЕМАХ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Эвтрофирование водоемов, сопровождающееся активной вегетацией одного или нескольких видов водорослей («цветение» водоемов) и выделением в окружающую среду природных токсинов, представляет серьезную угрозу для водных экосистем. Проблема «вредоносного цветения водорослей» давно уже стала актуальной для водоемов Северо-Запада России. До недавнего времени информация по цианотоксинам и видовому составу цианобактерий для водоемов Европейской части РФ практически отсутствовала. В течение 2008-2014 гг. НИЦЭБ РАН были получены данные о составе и концентрациях цианотоксинов в ряде водоемов г. Санкт-Петербурга.

Цель исследования – оценка динамики и распределения метаболитов цианобактерий различных акваторий Европейской части РФ в зависимости от структурных показателей цианобактерий и факторов среды.

Исследование проводили на пресноводных акваториях, различающихся по лимнологическим параметрам, трофическому статусу (от мезотрофных до гиперэвтрофных), структуре фитопланктона, спектру и концентрации цианотоксинов.

Исследования проводили с июня по сентябрь 2008-2014 гг. в водоемах г. Санкт-Петербурга со значительной рекреационной нагрузкой (оз. Сестрорецкий Разлив и оз. Нижнее Суздальское).

Для идентификации и количественного определения цианотоксинов использовали комплексный метод жидкостной хроматографии – tandemной масс-спектрометрии на хромато-масс-спектрометре LTQ OrbiTrap с линейной и орбитальной ловушками с режимом электроспрей – ионизации (ESI+). Характеристичные масс-спектры анализов регистрировали в условиях масс-спектрометрии высокого разрешения и tandemной масс-спектрометрии.

В составе альгофлоры исследованных озер было обнаружено 152 таксона рангом ниже рода, относящихся к 9 отделам. По числу видов преобладали зеленые, цианобактерии, эвгленовые и диатомовые водоросли. Среди зеленых наибольшим видовым богатством отличались хлорококковые водоросли. Наибольшее число эвгленовых водорослей было отмечено в оз. Нижнее Суздальское. Все исследованные акватории в период максимального прогрева воды (июль-август) характеризовались высокими значениями биомассы фитопланктона (11,4-35,6 мг/л).

В озерах доминировали токсигенные виды цианобактерий (*Aphanizomenon flos-aquae*, виды рода *Microcystis*, *Planktothrix agardhii*). В разные годы в сезонной динамике фитопланктона в оз. Сестрорецкий Разлив чаще всего было характерно наличие одного пика, связанного с вегетацией диатомовых и синезеленых водорослей. В оз. Нижнее Суздальское пик вегетации фитопланктона был обусловлен активном развитием синезеленых и динофитовых водорослей.

За последние годы в оз. Сестрорецкий Разлив резко изменился состав доминирующих видов и, как следствие, произошли изменения в спектре метаболитов цианобактерий. В настоящее время в озере постоянно детектируются различные формы микроцистинов. Максимальная концентрация микроцистинов в воде была отмечена в июле 2014 г. в оз. Сестрорецкий Разлив (8,2 мкг/л). В летний период в 2010-2014 гг. в оз. Нижнее Суздальское регистрировалось постоянное присутствие в воде анатоксина-а. Максимальные концентрации анатоксина-а были отмечены в июле 2014 г. (1,7 мкг/л).

При анализе факторов среды, влияющих на уровень вегетации цианобактерий в исследованных озерах, было показано, что он зависит от гидрохимических факторов, в первую очередь, от концентрации аммонийного азота и pH с одной стороны, и прогрева воды, с другой.

Таким образом, в исследованных водоемах были обнаружены нейротоксины (анатоксин-а), гепатотоксины (микроцистины) и другие метаболиты (анабаенопептины и азрогеноза A126). Впервые получена информация о содержании токсинов в биомассе цианобактерий. Впервые обнаружены анабаенопептины и деметилированные формы микроцистинов в природной воде и биомассе цианобактерий в озерах г. Санкт-Петербурга.

Е. Ю. Георгиева, Л. В. Стельмах
(Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского, Севастополь, Россия)
e-georgieva@mail.ru

«ЦВЕТЕНИЕ» КОККОЛИТОФОРИДЫ *EMILIANA HUXLEYI* В ЧЕРНОМ МОРЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

По современным оценкам, в планктоне Черного моря насчитывают более 700 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей. Большую часть года основную численность и биомассу черноморского фитопланктона создают, как правило, диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли. Однако, в конце весны – в начале лета в фитопланктоне может возрастать доля мелкоклеточной кокколитофориды *Emiliana huxleyi* (Lohm) Hay & Mohler, которая часто становится доминирующей как по численности, так и по биомассе. Интенсивное развитие данного вида в отдельные периоды года приводит к «цветению» воды, а спутниковый сканер регистрирует так называемую «белую воду» [Микаэлян, Силкин, Паутова, 2011; Balch et al., 1991].

С 22 по 30 мая 2013 г. в 72-м рейсе НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ», был проведен гидробиологический мониторинг в районе шельфа Крыма и в глубоководной области. Всего на 19 станциях была отобрана 71 проба воды на исследование фитопланктона на разных горизонтах.

Результаты анализа количественных показателей фитопланктона свидетельствуют о массовом развитии данной кокколитофориды на всей исследованной акватории. На большинстве станций как в верхнем квазиоднородном слое (ВКС), так и в термоклине более 90 % численности и 80 % биомассы суммарного фитопланктона составляла *E. huxleyi*. Однако ее развитие достигало уровня «цветения», как правило, только в пределах слоя ВКС, где численность *E. huxleyi* превышала 1 млрд кл./м³.

В период работ условия среды на большей части исследованной акватории были благоприятны для роста данной кокколитофориды: температура воды в слое ВКС – около 20 °С, средняя интенсивность света в этом слое составляла 24 Э·м²·с⁻¹. Достаточно высокие концентрации минерального азота, в основном аммония, а также фосфаты вероятно не лимитировали рост водорослей. Соотношение между минеральными формами азота и фосфатами (N/P) составило в среднем 5,1, что существенно ниже классического отношения Редфилда (16). Способность этого вида водорослей к миксотрофному питанию, а также малые линейные размеры позволяют расти клеткам с высокой скоростью, что является физиологической основой его массового развития в море [Стельмах, Сеничева, Бабич, 2009]. Средняя удельная скорость роста фитопланктона ($\mu_{\text{средн.}}$) в мае 2013 г. была выше 1,0 сут⁻¹, а слабое потребление фитопланктона микрзоопланктоном ($g_{\text{средн.}}=31$ % от роста) способствовало увеличению чистой удельной скорости роста фитопланктона ($\mu_{\text{средн.}}-g_{\text{средн.}}$), а следовательно, численности и биомассы доминировавшей кокколитофориды.

По данным лабораторных исследований [Ханайченко, Пуле, Канг, 2001], питание копепод этой кокколитофоридой приводило к существенному нарушению их репродуктивных свойств. Можно полагать, что в период «цветения» воды данным видом водорослей ухудшается кормовая база для мезозoopланктона, а значит, замедляется процесс его развития.

А. В. Гончаров¹, К. М. Абдуллаева²

¹Географический факультет МГУ
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия;

²Экоаналитическая лаборатория
ФГБУ «Центррегионводхоз», Дубна, Россия)
tata15333@mail.ru

ФИТОПЛАНКТОН ВОДОХРАНИЛИЩ – ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. МОСКВЫ

Проведён сравнительный анализ фитопланктона Москворецких водохранилищ (Истринское, Можайское, Рузское, Озернинское) и водохранилищ канала им. Москвы (Икшинское, Клязьминское, Пестовское, Пяловское, Учинское) – по данным наблюдений АО «Мосводоканал». Рассмотрены многолетние и сезонные изменения биомассы и состава водорослей, факторы, влияющие на фитопланктон.

Показано, что московские водохранилища относятся к водоемам эвтрофного типа; наиболее продуктивными из них являются Истринское и Озернинское, наименее продуктивными – Можайское и Рузское. Разница между ними обусловлена морфометрическими особенностями: при большом коэффициенте относительной глубоководности (отношение средней глубины к средней ширине водоема) наблюдается низкая биомасса фитопланктона. Это связано с тем, что при большой глубоководности затруднено вертикальное перемешивание водной массы и обогащение фотического слоя биогенными элементами из придонных слоев.

В Московских водохранилищах наблюдается существенное уменьшение биомассы фитопланктона в направлении от верховьев к плотине в связи с тем, что в верховья осуществляется постоянное поступление биогенных элементов с водами основных притоков. Кроме того, верховья мельче и лучше перемешиваются и прогреваются. Для этих водоемов характерны два максимума фитопланктона – весенний и летний, разделяемые фазой «чистой воды». Весной развиваются, преимущественно, диатомовые водоросли, летом – синезелёные. Летний пик биомассы выше весеннего. Межгодовые изменения (1984-2007) в наибольшей степени скоррелированы с уровнем воды, что позволяет выдвинуть на первый план роль биогенных элементов, которые при низком уровне оказываются более доступными для водорослей в зоне фотосинтеза.

Водохранилища канала им. Москвы (относятся к волжскому водоисточнику) менее продуктивны, чем московские, из-за того, что в их водах меньше биогенных элементов (фосфора). По величине возрастания биомассы фитопланктона водохранилища можно расположить в ряд: Икшинское (1,0 мг/л), Учинское (1,4 мг/л), Пестовское (2,3 мг/л), Пяловское (2,6 мг/л), Клязьминское (3,2 мг/л). В таком же порядке возрастает величина их удельного водосбора, что даёт основание полагать, что продуктивность рассматриваемых водоемов находится в связи с количеством биогенных элементов, поступающих с территории водосборного бассейна.

Для сезонной динамики фитопланктона в этих водохранилищах характерен весенний подъём диатомовых, обусловленный поступлением биогенных элементов с водами половодья и активным вертикальным перемешиванием водной массы. Летом фитопланктон развит слабо, что подтверждает невысокий трофический статус рассматриваемых водоемов. Изменения биомассы фитопланктона по годам (1961-2012) зависят от водности года – от величины бокового притока, приносящего водорослям элементы биогенного питания.

Рассматриваемые водохранилища волжской и московской систем водоснабжения существенно различаются по своим гидрологическим параметрам и условиям эксплуатации. Основным источником наполнения московских водохранилищ – воды весеннего половодья и паводков; коэффициент их водообмена невелик (1,4-1,8 год⁻¹). В то же время, через водохранилища канала постоянно перекачиваются значительные объёмы воды и коэффициент их водообмена большой (от 7,4 год⁻¹ в Учинском водохранилище, до 43 год⁻¹ в Пестовском и до 181 год⁻¹ в Икшинском водохранилище). Следствием этих различий становится то, что в московских водохранилищах наибольшие значения биомассы фитопланктона наблюдаются в маловодные годы (при низком уровне воды), а в во-

дохранилищах канала – наоборот – при повышенной водности, когда с территории водосборного бассейна в них поступает большое количество биогенных веществ.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-17-00155).

О. Г. Горохова, Т. Д. Зинченко
(Институт экологии Волжского
бассейна РАН, Тольятти, Россия)
o.gorokhova@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ АЛЬГОЦЕНОЗОВ СОЛЁНЫХ РЕК ЮГА РОССИИ

Изучение водорослей высокоминерализованных рек-притоков гипергалинного озера Эльтон (аридная зона юга России) осуществляется в рамках комплексных исследований экологического состояния водных объектов Приэльтонья [Зинченко, Головатюк, 2010; Горохова, Зинченко, 2014]. Пробы планктона отбирали в среднем течении и в устьях рек Чернавка, Солянка, Хара, Ланцуг, Большая и Малая Саморода, Карантинка; в пересыхающих верховьях рек пробы взяты эпизодически. Глубина рек <1 м, скорость течения – 0,2-0,4 м/с, температура воды от 15 до 33 °С (май-сентябрь 2008-2014 гг.). По минерализации [Алекин, 1970] воды рек бассейна оз. Эльтон относят к морским (26-30 г/л – Чернавка, Солянка) и солоноватым (6-18 г/л) с увеличением солёности от истока к устью; в устьях солёность может возрастать вдвое в условиях сгонно-нагонных явлений.

Фитопланктон рек представлен 116 видами и разновидностями из 7 систематических отделов. Основу альгофлоры формируют Bacillariophyta (39 %), значимая роль которых сопоставима с таковой в планктоне высоко минерализованных континентальных водоёмов [Rojo et al., 1994; Taukulis, 2007]. Cyanoprokaryota, Chlorophyta и Euglenophyta составляют 22, 15 и 13 % альгофлоры планктона рек соответственно. Суммарная доля представителей Cryptophyta, Dinophyta и Chrysophyta – около 10 %. Видовым богатством отличается фитопланктон солоноватых рек Хара, Большая Саморода, Ланцуг.

Количественное развитие альгоценозов определяют Bacillariophyta с преобладанием их планктонных форм: *Chaetoceros muelleri* Lemm., *Thalassiosira weissflogii* (Grun.) G. Fryxell & Hasle, *Thalassiosira* sp., *Cyclotella* cf. *atomus* Hust., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Nitzschia closterium* Ehr. В тоже время, в планктоне присутствуют виды бентоса: *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kütz., *Navicula salinarum* (Grun.) Hust., *N. pygmaea* Kütz., *Navicula* sp., *Achnanthes brevipes* Ag. и др. Характерными чертами планктоценозов являются: локальное доминирование видов родов *Oscillatoria* и *Lyngbya* (Cyanoprokaryota) из циано-бактериальных матов, фитофлагеллят – *Cryptomonas* cf. *erosa* Ehr., *C. salina* Wisl. (Cryptophyta), массовое развитие в устьях солоноватых рек видов *Dunaliella* (Chlorophyta), а также пикопланктонной фракции Chlorophyta (1,4-2,3 мкм) с долей в биомассе до 13 %. Структуру альгоценозов рек формируют в основном виды эвригалобы, характерные для высокоминерализованных вод.

Численность и биомасса фитопланктона рек изменяются в пределах 0,16-239,98 млн кл./л; 0,03-122,50 мг/л; удельное видовое богатство – 1-29 видов в пробе. Значения биоценотических показателей (индексы Шеннона, Пиелу) составляют 0,001-3,77 бит/экз. и 0,001-0,92.

Установлена значимая корреляционная связь ($R = -0,56$; $p < 0,05$) удельного видового богатства с солёностью воды в реках со стабильно высоким уровнем минерализации в отличие от солоноватых рек с слабой корреляционной связью этих показателей. Отмечены структурные особенности альгоценозов, которые выражаются в снижении видового разнообразия олигодоминантных сообществ солоноватых рек за счет массового развития видов (*Cyclotella* cf. *atomus*, *Chaetoceros muelleri*, видов рода *Dunaliella*) в условиях экстремальных величин солёности.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-04-00740; № 13-04-10119 и в рамках программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (раздел «Динамика биоразнообразия и механизмы обеспечения устойчивости биосистем»).

Д. О. Гусева, Е. Н. Наumenко
(Калининградский государственный технический
университет, Калининград, Россия)
darialakom@rambler.ru, elenan.naumenko@gmail.com

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОННЫХ ЛИЧИНОК ДРЕЙССЕНЫ *DREISSENA POLYMORPHA* В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Пелагические личинки моллюска дрейссены *Dreissena polymorpha* Pallas, 1771 – важный компонент планктона водоемов различного типа. В период пика размножения планктонные личинки дрейссены, численность которых может достигать сотен тысяч экз./м³, оказывают существенное влияние на структуру и функционирование зоопланктонных сообществ. Так, при их высокой численности снижается обилие и доля в планктоне других фильтраторов: ветвистоусых ракообразных, коловраток [Лазарева, Жданова, 2008]. Личинки дрейссены служат кормом для хищных планктонных беспозвоночных и молоди рыб, а также участвуют в процессах самоочищения вод. Наличие стадии планктонной личинки в жизненном цикле дрейссены способствовало широкому расселению этого вида по водоемам Европы с балластными водами или обрастаниями судов в XIX и начале XX века [Дрейссена ..., 1994]. В Куршском заливе Балтийского моря дрейссена была обнаружена К. Бэрм в 1820 г. [Schlesch, 1942], а спустя пять лет моллюск стал нередок в других водоемах Восточной Пруссии и интенсивно заселил эстуарные порты восточной Балтики.

Цель исследования – изучение многолетней динамики численности и распределения по акватории личинок *D. polymorpha* в Куршском заливе Балтийского моря.

Куршский залив – трансграничный эвтрофный эстуарий лагунного типа (площадь 1584 км², объем 6,2 км³, средняя глубина 3,8 м), подверженный сильно-му антропогенному воздействию. Материалом для данного исследования послужили пробы зоопланктона, собранные в Куршском заливе с 1983 по 2005 г. Отбор интегральных проб производился 5-ти литровым планктонобатором ДК с трех горизонтов (0,5; 1,5; 2,5 м), фильтрация проводилась через газ 0,015 мкм. Пробы фиксировали 4 % формалином. Станции (25 до 1992 г. и 15 с 1993 г. по настоящее время) были расположены согласно гидрологическому делению акватории.

Сроки появления личинок дрейссены в планктоне водоемов зависят от степени прогрева воды. В зависимости от региона размножение начинается в мае-июне при температуре 12-17 °С, а заканчивается обычно в сентябре-октябре при температуре ниже 12-15 °С. В Куршском заливе в период исследований личинки дрейссены регистрировались в планктоне с середины мая при температуре воды 13-19 °С.

Средняя многолетняя численность в этот период составляла 2,3 тыс. экз./м³. В 90-х годах пик численности (64,3 тыс. экз./м³) отмечен в июне при температуре воды 18,3 °С. В 80-х и 2000-х годах максимум численности планктонных личинок зарегистрирован в июле при температуре воды 19,6 °С (32,6 и 56,5 тыс. экз./м³ соответственно). В августе численность личинок снижалась (в среднем 9,4 тыс. экз./м³), размножение прекращалось. Только в отдельные годы личинок находили в планктоне в сентябре в количестве в среднем 0,1 тыс. экз./м³. Наибольшая средняя за вегетационный сезон численность личинок дрейссены в Куршском заливе отмечена в 90-е годы (53,6 тыс. экз./м³). Несколько меньше она была в 2000-е годы – 42,9 тыс. экз./м³. В 80-е годы численность планктонных личинок составляла в среднем 13,1 тыс. экз./м³.

Распределение планктонных личинок дрейссены по акватории залива за изученный период неравномерно. В 80-е годы личинки в наибольших количествах обнаружены в западной части Куршского залива. В 90-е годы в западной части численность личинок оставалась высокой, а наибольшие скопления зарегистрированы в юго-западной части. В 2000-е годы численность личинок дрейссены была максимальной в южной части Куршского залива. Такое распределение может быть связано с переносом личинок из устья Немана течениями вдоль Куршской косы и их концентрацией в опресненной южной части залива.

О. Ю. Деревенская, Н. М. Мингазова
(Казанский (Приволжский) федеральный
университет, Казань, Россия)
oderevenskaya@mail.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ АБХАЗИИ

Республика Абхазия расположена в юго-западной части Большого Кавказа и имеет густую поверхностную гидрографическую сеть представленную горными ледниками, реками, озерами, болотами, источниками мине-

ральных и термальных вод. На территории Абхазии в углублениях сложного горного рельефа лежат многочисленные озера (свыше 130), большая часть из которых труднодоступна или недоступна. В горах есть озера, образованные горными обвалами, запрудившими реки. В полосе распространения известняков встречаются карстовые озера в прибрежной зоне Черного моря встречаются мелководные озера-старицы, образованные разливами русел рек, подпертыми береговыми дюнами.

Большинство водных объектов Абхазии не изучены, в связи с этим, большой научный интерес представляет изучение сообществ зоопланктона водных объектов республики. Цель работы – определение и сравнительный анализ видового состава, количественных характеристик зоопланктона водных объектов Абхазии.

Пробы планктонных коловраток и ракообразных отбирали в ходе экспедиций в августе-сентябре 2007-2014 гг. Отбор и обработка проб выполнены с использованием общепринятых гидробиологических методик.

Планктонные коловратки и ракообразные водных объектов Абхазии были представлены 48 таксонами рангом ниже рода. В пресных водных объектах зарегистрировано 33 вида, в соленых – 25 видов.

Обнаружено 24 вида коловраток (50 % общего числа) из 4 отрядов и 8 семейств. Наиболее богато по числу видов сем. Brachionidae (11), остальные семейства представлены 1-2 видами. Наибольшее видовое богатство коловраток отмечалось в озерах, как в пресных (оз. Мзы, 9 видов), так и в соленых (оз. Скурча, 11 видов). В реках и в пещерных озерах коловратки встречались единично или отсутствовали, что обусловлено менее благоприятными для них условиями: высокая скорость течения воды в реках, низкая температура воды, недостаток пищи (в пещерных водных объектах). В пресных водных объектах (реки, ручьи, озера, воклюзы) обитало 14 таксонов коловраток рангом ниже рода, в соленых – 15.

Ветвистоусые ракообразные, представленные 12 видами (25 % от общего числа), принадлежали 2 отрядам (Anomopoda и Ctenopoda) и 4 семействам. Семейство Chydoridae было представлено 5, Bosminidae – 3, Daphniidae – 3 и Sididae – 1 видом. Наибольшее число ветвистоусых отмечалось в соленом оз. Скурча (6). В пещерных озерах, воклюзах и некоторых реках ветвистоусые рачки встречены не были. В пресных водных объектах обитало 9 видов ветвистоусых ракообразных, в соленых – 7. В 2012 г. в соленом оз. Скурча, имеющим гидрологическую связь с Черным морем, был встречен типично морской вид *Penilia avirostris*.

Веслоногие ракообразные также были представлены 12 таксонами рангом ниже рода (25 %), принадлежали отрядам Calaniformes (сем. Diaptomidae и Temoridae), Cyclopiformes (сем. Cyclopidae) и Harpactiformes (сем. Canthocamptidae). Ракообразные сем. Cyclopidae, подсем. Cyclopinae наиболее богаты по числу видов. Больше всего видов Copepoda было определено в озерах Малая Рица (4 вида) и Большая Рица (3). В пресных водных объектах обитало 10 таксонов рангом ниже рода, в соленых – 3.

Наиболее часто среди доминирующих таксонов отмечались коловратки *Asplanchna priodonta*, *Brachionus calyciflorus*, *Synchaeta* sp., *Lecane luna*, *Euchlanis dilatata*, *Trichocerca longiseta*, ветвистоусые ракообразные *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, веслоногие ракообразные *Cyclops lacustris*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Eurytemora* sp., *Thermocyclops oithonoides*.

Полученные данные нельзя считать исчерпывающими, однако они позволяют составить представление о видовом составе и количественных характеристиках планктонных коловраток и ракообразных озер Абхазии. Водоемы Абхазии отличаются большим разнообразием типов, многообразием гидрологических и экологических условий, поэтому, дальнейшие исследования, в т. ч. сезонные, позволят дополнить списки выявленных видов.

О. А. Дмитриева, К. А. Подгорный, А. С. Семенова
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
phytob@yandex.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В работе использованы данные гидробиологических и гидрохимических наблюдений (фито- и зоопланктон, биогенные элементы), полученные в ходе ежемесячных (апрель-октябрь) научно-исследовательских рейсов в Балтийское море и его заливы (Куршский и Вислинский) в 2002-2010 гг. Для анализа видового разнообразия был использован индекс Шеннона (H) и его связь с различными абиотическими характеристиками водной среды.

В результате проведенных исследований было установлено, что максимум видового разнообразия в среднем отмечался в мезо-эвтрофном Вислинском заливе ($H=3,0$ бит/г). В гипертрофном Куршском заливе среднее многолетнее значение $H=2,7$ бит/г. В олиго-мезотрофной прибрежной зоне Балтийского моря значение H было ниже 2,3 бит/г, а в открытой части моря $H=2,6$ бит/г. Полученные среднее многолетние данные в целом подтверждают имеющееся в гидробиологии представление о том, что максимум видового разнообразия фитопланктона характерен для водоемов со средней продуктивностью [Гиляров, 2001].

В работе получены статистические взаимосвязи между индексом Шеннона и рядом абиотических показателей водной среды. Так, средняя за вегетационный сезон величина коэффициента детерминации (R^2) для зависимости индекса Шеннона и температуры воды составляла 43 %, прозрачности воды – 24 %, солености воды – 38 %, pH воды – 30 %, концентрации растворенного в воде кислорода – 28 %. Вместе с тем, роль любого из этих факторов в отдельности может существенно меняться во времени – как в течение сезона, так и в межгодовом аспекте. На это указывают значительные величины среднеквадратических отклонений величины R^2 .

Анализ зависимостей связи индекса H с концентрациями биогенных элементов и соотношениями между разными формами биогенных элементов позволяют сделать вывод о том, что наиболее значимо величина индекса видового

разнообразие связано со значениями концентраций минеральных форм азота и фосфора, а также соотношениями между ними. Сила связи может существенно меняться в течение вегетационного сезона. Обнаруживается высокая степень межгодовой изменчивости значений коэффициента R^2 .

Таким образом, на формирование видовой структуры фитопланктонного сообщества влияет сложная комбинация гидрологических факторов, сила и направленность воздействия которых непрерывно меняются.

Более подробный анализ всего диапазона данных без осреднения по месяцам показал, что, несмотря на существенные различия в значениях биомасс фитопланктона и уровнях продуктивности исследуемых акваторий, связь между H и B была нелинейной. До достижения определенного «критического» уровня биомасс ($B_{кр}$) значение H возрастало по мере роста величин биомассы. В Вислинском заливе значение $B_{кр}=8-9 \text{ г/м}^3$, в Куршском $B_{кр}=30 \text{ г/м}^3$, а в прибрежной и открытой зонах Балтийского моря – $B_{кр}=1,6-1,9 \text{ г/м}^3$. При значениях $B > B_{кр}$ связь между H и B иной: с ростом биомассы фитопланктона значение H снижалось. Разнообразие сообщества уменьшалось, поскольку к моменту достижения $B_{кр}$ в водной экосистеме происходило формирование определенной структуры сообщества с появлением определенного количества видов-доминантов и субдоминантов. Установлено, что по мере роста трофии минимального значения разнообразие может достигать как в «слабо», так и в высокотрофных водах, а максимум разнообразия может наблюдаться как при высоких, так и при низких биомассах фитопланктона.

Было выявлено, что в Куршском заливе временные изменения индекса H , рассчитанные по биомассе зоопланктона и фитопланктона, в течение вегетационного сезона находятся в противофазе. Это свидетельствует о наличии в экосистеме регуляторного механизма, складывающегося по типу «хищник-жертва». Известно, что длительное совместное существование хищников и жертв приводит к формированию системы взаимодействий, при которых обе группы устойчиво сохраняются на изучаемой территории.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при проведении анализа очень важно учитывать временной масштаб процессов, выбираемый период осреднения данных и, как правило, нелинейный характер корреляционных связей.

*А. В. Долгов, В. Н. Нестерова, И. П. Прокопчук,
А. С. Орлова, А. Н. Бензик*

*(Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного
хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, Мурманск, Россия)
dolgov@pinro.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ КАРСКОГО МОРЯ

По данным научно-исследовательских съемок ПИНРО 2009-2013 гг. рассмотрено состояние зоопланктонных сообществ в Карском море в современный теплый период.

В пелагиали северной части Карского моря в уловах сетью Джеди среди копепоид по численности доминировали мелкие *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus*, а по биомассе – крупные *Calanus glacialis* и *Metridia longa*.

В то же время в придонном слое южной и центральной частей Карского моря в уловах притральной сетью основу сообщества копепоид (по численности и биомассе) составлял *C. finmarchicus*, а на южных участках – также *M. longa*. На центральных участках была также высока биомасса *C. glacialis* при его относительно низкой численности. В то же время общая численность копепоид в период исследований была ниже, чем в 2007-2008 гг. [Нестерова, Орлова, 2008].

В придонном слое южной и центральной частей Карского моря в уловах притральной сетью встречались 3 вида эвфаузиид, среди которых доминировал аркто-бореальный *Thysanoessa raschii*, составлявший 70 % от общей численности эвфаузиид и 65 % от их общей биомассы. В то же время на двух станциях (№ 7 и 27) встречался приносной атлантический вид *Meganocythiphanes norvegica*, обнаруженный не только в южной части моря, но и достаточно далеко на севере (74-75° с.ш.), что предполагает занос этого вида теплыми течениями из Баренцева моря как с юга, так и с севера.

В целом в зоопланктонных сообществах Карского моря отмечается увеличение значения тепловодных видов при одновременном сокращении численности и биомассы холодноводных арктических видов.

Т. В. Дудина

(Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия)

vitchenko-pinro@yandex.ru

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ФИТОПЛАНКТОНА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ИЮЛЕ 2013 Г. (ПО МАТЕРИАЛАМ ЭКСПЕДИЦИИ НА НИС «ПРОФЕССОР МОЛЧАНОВ»)

В экспедиции на НИС «ПРОФЕССОР МОЛЧАНОВ», проходившей в июле 2013 г. в рамках научно-образовательной программы «Арктический Плавучий Университет», исследованы видовой состав, численность и биомасса фитопланктона на пяти океанографических разрезах: разрез на Восток от м. Желания; разрез к Югу от о. Визе; разрез Желоб св. Анны; разрез Земля Франца Иосифа – м. Желания; разрез Русская Гавань – ЗФИ.

Всего проанализировано 124 пробы, отобранных на шести горизонтах (0, 5, 10, 15, 25, 35 м) с 23 станций.

В составе фитопланктонного сообщества у берегов Земли Франца Иосифа отмечалось присутствие *Thalassiosira hyalina* (Grun.) Gran, *T. cf. gravida* Cl., *Navicula pelagica* Cl., *N. septentrionalis* (Grun.) Gran, *Nitzschia grunowii* Hasle, *Amphora hyperborea* (Grun.). В этот период наблюдалось концентрирование фи-

топланктона в слое 0-10 м, преобладала диатомовая флора. Формировали цветение *Thalassiosira* cf. *gravida* Cl., *T. nordenskiöldii* Cl., *Chaetoceros socialis* Laud., *C. furcellatus* Bail., *Navicula vanhoeffenii* Gran. У берегов Новой Земли отмечены ранневесенние диатомовые, преобладали *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Thalassiosira anguste-lineata* и представители рода *Chaetoceros*. Из видового состава исчезли *Navicula vanhoeffenii*, *Porosira glacialis*, *Bacterosira fragilis*. Отмечено перемещение диатомовых водорослей в слой скачка плотности и формирование подповерхностного максимума биомассы. В поверхностном слое преобладали жгутиковые миксотрофно – гетеротрофные виды. В сообществе появляются летние виды: *Chaetoceros laciniosus*, *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus*. Показатели обилия снижались по направлению к открытой части акватории, состав фитопланктона претерпел значительные изменения. Основу доминирующего комплекса составили диатомовые водоросли *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Leptocylindrus danicus* Cl., *L. minimus* Gran, *Chaetoceros decipiens* Cl., *C. laciniosus* Schütt, а также динофитовые рода *Prorocentrum*. Максимумы биомассы сформированы за счет центрических диатомовых (в основном *Skeletonema costatum*), автотрофного наннопланктона (биомасса которого достигала 400 мкг/л) и миксотрофно-гетеротрофных динофлагеллят.

В поверхностном слое у берегов Новой Земли и Земли Франца Иосифа значения биомассы варьировали в пределах 52,75-689,81 мкг/л. На горизонте 5 м наблюдалась сходная с поверхностью картина распределения биомассы. С увеличением в прибрежной зоне, и некоторым смещением зоны максимума к Северу, значения лежали в пределах 89,98-739,76 мкг/л. На горизонте 10 м, значения биомассы варьировали в пределах от 100 до 1300 мкг/л, максимальные значения отмечены у берегов Земли Франца Иосифа. На горизонте 15 м значения биомассы фитопланктона лежали в пределах 100-950 мкг/л, максимумы сохранялись на Северо-Западе у берегов Земли Франца Иосифа. Максимумы биомассы фитопланктона на горизонте 25 м у берегов Земли Франца Иосифа достигают 150-1300 мкг/л, смещаясь к Северо-Востоку. На горизонте 35 м биомасса максимальна у берегов Новой Земли и Земли Франца Иосифа (139-160 мкг/л).

Видовой состав фитопланктона в районе исследования формировался за счет микроводорослей отделов: Bacillariophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Euglenophyta и Haptophyta. В мористой части в пробах значительно уменьшается доля весенних форм диатомовых по сравнению с прибрежной зоной, и увеличивается встречаемость динофитовых микроводорослей, что связано с тем, что фитопланктон постепенно переходит в фазу сбалансированного летнего развития и сообщество претерпевает структурные перестройки. Наиболее продуктивным на океанографических разрезах является слой воды над скачком плотности. Проведенный анализ структурных и физиологических характеристик фитопланктонного фитоценоза в районе исследования в июле 2013 г. показал, что особенности пространственного распределения и структура фитопланктона соответствуют сезонной изменчивости условий среды.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА ИЭЗ ГВИНЕИ-БИСАУ

ИЭЗ Гвинеи-Бисау – это один из важнейших промысловых районов ЦВА. Исследованная акватория характеризуется крайне сложной структурой и изменчивой динамикой вод. Значительное влияние на гидрологический режим оказывает вынос пресных вод реками. Фитопланктон района изучен недостаточно, поэтому целью исследования было изучение видовой состав, структуру сообщества, качественные и количественные характеристики фитопланктона прибрежных вод ИЭЗ Гвинеи-Бисау.

Пробы фитопланктона были отобраны в январе 2013 г. Станции отбора, располагались над глубинами 25-500 м на параллельных широтно-ориентированных разрезах, отстоящих друг от друга на расстоянии около 15 миль. Всего проанализировано более 30 поверхностных, батиметрических проб. Фиксация проведена раствором Усачева. Пробы концентрировали осадочным методом. Для камеральной обработки проб использована камера «Нажотта» объемом 0,01 мл и микроскоп «Биомед-3». Статистическая обработка материала проведена с использованием пакета программ OfficeExcel. Построение карт пространственного распределения выполнено с помощью программы Surfer 10.0.

Всего в районе исследований идентифицировано 180 таксонов фитопланктона из 6 таксономических отделов (Cyanophyta – 5, Euglenophyta – 3, Chlorophyta – 8, Dinophyta – 62, Bacillariophyta – 98, Chromophyta – 4). Среди представителей крупных таксономических групп все были константными, кроме эвгленовых. Повсеместно встречены были только диатомовые и динофитовые. Минимальное число видов отмечено океанической зоне (10 видов), максимальное – в неритической зоне (64 вида).

Выделен комплекс доминирующих и субдоминирующих видов фитопланктона. Доминирующими видами, по биомассе, были крупноклеточные представители отдела Bacillariophyta: *Helicotheca thamensis* (35 %), *Stephanopyxis turris* (14 %), *Odontella sinensis* (18 %), *Rhizosolenia cochlea* (10 %). К субдоминирующим были отнесены такие представители отдела Bacillariophyta как: *Thalassiosira oestrupii* (2 %), *Guinardia delicatula* (1 %), *Lauderia annulata* (1 %), *Bacteriastrum hyalinum* (2 %) и представитель отдела Dinophyta – *Ceratium tripos* (1 %).

Анализ ценотических объемов клеток фитопланктона показал варьирование их от 0,5 мкм³ до 5,0 млн мкм³ (средний ценотический объем клеток составил 14,5 тыс. мкм³). Минимальные объемы клеток варьировали в пределах 0,5-81,7 мкм³, а максимальные 1,1-5,0 млн мкм³. Крупноклеточные виды встречались в основном среди представителей диатомовых водорослей и были харак-

терны для неритической зоны. В среднем для неритической зоны ценотический объем клеток составил 24,4 тыс. мкм³, в океанической зоне он был в 9 раз меньше – 2,7 тыс. мкм³.

Среднее значение индекса Шеннона, рассчитанного для численности составило 3,4. Диапазон значений индекса Шеннона изменялся от 0,4, за счет доминирования на этой станции мелкоклеточной синезеленой водоросли *Trichodesmium thiebautii* (70 %), до 4,8.

Таким образом, в результате анализа видового состава и структуры фитопланктона прибрежных вод ИЭЗ Гвинеи-Бисау было установлено, что наибольшим числом видов (54 % от встреченных) был представлен отдел Bacillariophyta. На исследованной акватории существовала четкая пространственная дифференциация между глубоководными океаническими и прибрежными неритическими станциями. Фитопланктон на океанических станциях был представлен меньшим числом видов и имел гораздо меньшие ценотические объемы клеток по сравнению с фитопланктоном на прибрежных станциях, что, вероятно, обусловлено стоком богатых биогенными элементами материковых вод. В целом фитопланктонные сообщества ИЭЗ Гвинеи-Бисау характеризовались высоким видовым разнообразием, о чем свидетельствовали высокие значения индекса Шеннона на большинстве станций.

Е. А. Жук

(Государственный научно-исследовательский
институт озерного и речного рыбного хозяйства,
Санкт-Петербург, Россия)
pshe-ekaterina@rambler.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЕКИ СЕЛЕЗНЁВКИ

Река Селезнёвка берет начало из оз. Хапаярви, расположенного на территории Финляндии и впадает в Выборгский залив. Обсуждаемый водоток относится к бассейну Балтийского моря, его длина составляет 53 км (23 км по территории РФ), площадь водосборного бассейна – 623 км². Река Селезнёвка относится к рыбохозяйственным водотокам высшей категории. В данном водотоке встречается кумжа и лосось.

В рамках проекта RIFCI (Rivers and fish – our common interest) были отобраны пробы зоопланктона на р. Селезневке на территории РФ в июле, сентябре 2011 г. и июне 2012 г., на территории Финляндии – в мае 2013 г. Сбор и камеральная обработка материалов осуществлялись по стандартной методике (Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1984), определение организмов производилось по Определителю зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России (2010).

Всего за период исследования в р. Селезневке было отмечено 38 видов зоопланктона (14 видов коловраток, 20 – кладоцер и 4 – копепод). Все организмы определялись до вида, за исключением бделлоидных коловраток, молоди родов *Alona*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Bosmina* (кладоцеры) и молоди копепод (*Cyclopoida* и *Calanoida*).

Средние показатели численности и биомассы по водотоку за период исследований составили $3,70 \pm 2,43$ тыс. экз./м³ и $0,005 \pm 0,002$ г/м³, соответственно. Характер зоопланктона был коловраточно-кладоцерный. В весенний период по численности и биомассе доминировал рачок *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), а в летне-осенний период наблюдался лишь небольшой всплеск численности молоди копепод, при котором ювенильные особи группы *Calanoida* были субдоминантами зоопланктонного сообщества.

В весеннем зоопланктоне количество видов было очень ограниченным, планктонные организмы были представлены коловраткой *Brachionus leydigii* Cohn, 1862 и *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) (копеподы), причем последний вид составлял 96 % численности и 99 % биомассы сообщества. Группа кладоцер в составе зоопланктона отсутствовала. Численность и биомасса зоопланктона в мае были ниже средних показателей: 0,53 тыс. экз./м³ и 0,004 г/м³, соответственно.

В летний период численность зоопланктона довольно сильно изменялась по годам: от 1,53 тыс. экз./м³ в 2011 г. до 12,61 тыс. экз./м³ в 2012 г. В 2011 г. по численности доминировала коловратка *Euchlanis dilatata* Ehrenberg и молодь копепод (*Calanoida*), в 2012 г. – коловратки *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *Keratella quadrata* (Muller, 1786), а также молодь рода *Bosmina*. На большей части станций также встречались широко распространенные и обычные для водных объектов европейской части России виды: *Brachionus quadridentatus* Herman, 1783, *Chydorus sphaericus* (O. F. Muller, 1785), *Bosmina longirostris* (O. F. Muller, 1785) и молодь *Cyclopoida*.

Несмотря на значительные колебания численности зоопланктона в разные годы исследований средняя за летний период биомасса была сходной и составила 0,008 г/м³. Доминантами по биомассе в 2011 г. были кладоцеры *Camptocercus lilljeborgi* Schoedler, 1862, *Alona affinis* (Leydig, 1860), *Ilyocryptus sordidus* (Lievin, 1848), в 2012 г. – коловратки-космополиты *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *Keratella quadrata* (Muller, 1786), а также молодь рода *Bosmina*.

В осенний период количественные показатели снижались: численность составила 0,98 тыс. экз./м³, биомасса – 0,001 г/м³. На всех станциях встречалась *Keratella quadrata* (Muller, 1786), создающая основу численности и биомассы зоопланктонного сообщества и молодь *Cyclopoida*. Также по численности преобладали коловратки *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879) и *Brachionus quadridentatus* Herman, 1783, по биомассе – кладоцеры *Simocephalus vetulus* (O. F. Muller, 1776) и *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Muller, 1785).

Зоопланктон р. Селезнёвки был представлен довольно большим количеством видов. Такое видовое разнообразие наблюдается благодаря связи реки посредством ее притоков с озерами, где зоопланктон более разнообразен. Доминирующие по численности и биомассе организмы в основном являются эврибионтными видами, широко представленными в европейской части России.

Е. М. Карасева
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
karasiova@rambler.ru

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА РАЗНООБРАЗИЯ ИХТИОПЛАНКТОНА КАК ИНДИКАТОРА ИЗМЕНЕНИЙ В ЭКОСИСТЕМЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Уникальное по своим природным характеристикам Балтийское море является примером успешного экосистемного функционирования при малом разнообразии населяющей его биоты. Многолетние данные по видовому разнообразию ихтиопланктона Юго-Восточной Балтики позволяют рассмотреть его динамику в пространственном и временном аспектах. Глубоководная часть моря и его прибрежная мелководная зона резко отличаются по видовому составу, численности и экологическим адаптациям размножающейся в них ихтиофауны. В балтийских впадинах происходит репродукция только четырех видов рыб: балтийских трески, шпрота, речной камбалы и морского налима. Бедность видового состава до некоторой степени компенсируется адаптациями к наиболее полному использованию экологических ниш. Они выражаются в чрезвычайно продолжительном периоде нереста трески и шпрота, использованием шпротом в начале сезона придонного биотопа с последующим переходом к нересту в поверхностном слое, дифференциацией популяций речной камбалы на выметывающих пелагическую икру в толще вод и нерестящихся на донном субстрате мелководных банок.

На протяжении последних десятилетий происходил переход от полидоминантности к монодоминантности ихтиопланктонного комплекса. Хотя общее количество видов остается неизменным на протяжении нескольких деkad, их процентное соотношение резко изменилось в 90-е годы прошлого века по сравнению с концом 40-х – серединой 50-х годов. В середине XX века доля икры трески составляла до 50 %, а доля икры шпрота до 40 % от общей численности. В конце века ихтиопланктонный комплекс характеризовался монодоминантностью с подавляющим доминированием ранних онтогенетических стадий шпрота – до 90-99 %. Соответственно, индекс видового разнообразия H (индекс Шеннона) был на максимальном уровне в 40-50-е годы, опустившись до минимума в 90-е - 2000-е годы. Эти изменения были следствием присутствия в динамике разнообразия циклической компоненты, обусловленной сменой фаз в состоянии экосистемы моря. Видовое разнообразие возрастало при проникновении соленых и насыщенных кислородом североморских вод, обеспечивающих успешное размножение демерсальных рыб, в т. ч. трески. Уменьшение индекса Шеннона в современный период было одним из следствий снижения повторяемости североморских адвекций.

В прибрежной мелководной зоне Юго-Восточной Балтики размножаются преимущественно виды рыб с донной икрой, в результате ихтиопланктонный комплекс включает в основном личинок рыб, иногда с присутствием не-

большого количества икры шпрота и очень редко икры тюрбо. Здесь обнаружены личинки рыб из 10 семейств: Gobiidae, Ammodytidae, Clupeidae, Liparidae, Scophthalmidae, Belonidae, Syngnathidae, Cottidae, Pholididae, Stichaeidae. Видовое богатство прибрежного ихтиопланктона (15 видов) заметно выше, чем в глубоководной части моря. Это определяется тремя основными факторами: разнообразием донного субстрата (песок, галька, ракушечник, подводная растительность), градиентом глубин (от 0,5 до 50 м) и чередованием процессов апвеллинга и даунвеллинга. Сезонный пик видового богатства приходился на июль. В летний сезон отмечался пик численности ихтиопланктона, снижение индекса разнообразия и рост индекса доминирования. Майский максимум индекса Шеннона, по-видимому, определялся выравненностью количественных соотношений массовых видов ихтиопланктона при относительно высоком видовом богатстве. Численность ихтиопланктона увеличивалась с началом весеннего прогрева и развитием процессов даунвеллинга, препятствующих подтоку вод из холодного промежуточного слоя в прибрежное мелководье. Многолетняя изменчивость видового состава, прослеженная по данным за 1946-1955 и 1992-2007 гг., демонстрировала уменьшение встречаемости личинок рыб от зимнего нереста (люмпенус, маслюк) и увеличение встречаемости личинок гобиид (летний пик обилия) в современный период. Эти изменения, видимо, были связаны с многолетней тенденцией к росту температур воздуха и поверхности моря, наблюдавшейся в рассматриваемом регионе во второй половине XX века.

О. В. Козлов

(Курганский государственный университет, Курган, Россия;

Государственный научно-производственный центр

рыбного хозяйства, Тюмень, Россия)

kozloff@kgsu.ru

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В МОНОДОМИНАНТНЫХ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВАХ СОЛЕННЫХ ОЗЕР ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Для территории Тоболо-Ишимского междуречья характерны озера с повышенной минерализацией – от мезогалинных до гипергалинных водоемов (до 12 % от общего количества озер и до 22 % от общей площади водной поверхности), в основном относящиеся хлоридно-сульфатно-натриевой группе. Водная масса таких водоемов формируется за счет процессов испарения воды и катионного обмена. В условиях дефицита влаги идут процессы засоления почв из-за поднятия минерализованных вод с первого от поверхности и более глубоких горизонтов к поверхности с последующей их концентрацией и высыханием. Аллохтонное поступление неорганических веществ с водосборов, часто сформированных солонцами и солончаками, при высоких летних температурах приводит к дополнительному засолению вод.

Видом, формирующим монодоминантные зоопланктоценозы подобных озер, является артемия *Artemia salina (parthenogenetica)* (Branchiopoda, Anostraca, Artemiidae). Взрослые особи в условиях соленых озер Ишимской равнины достигают размеров 1,2-1,7 см. Артемия легко приспосабливается к различной минерализации и обычно обитает в озерах с соленостью воды от 17,00 до 350,00 ‰. В популяциях на территории Курганской области *Artemia salina* представлена только самками, для которых характерен партеногенез. При сезонных изменениях артемия хорошо адаптируется к резким изменениям значений факторов среды, и прежде всего температуры. Пределами термотолерантности можно считать интервал от +5 до +40 °С при термопреферендуме от +15 до +27 °С. Отношение к световому фактору в онтогенезе различно. Для науплиальных стадий развития характерен положительный фототаксис. По нашим наблюдениям взрослые рачки положительно реагируют на свет при снижении содержания растворенного в воде кислорода. В природных условиях артемия не требовательна к этому условию. Минимальная концентрация кислорода в среде при средней активности особей артемии отмечена в озере Малое Медвежье (0,5 мг/л). При недостаточном поглощении кислорода в теле артемии дополнительно вырабатывается гемоглобин. В цикле развития *A. salina* в соленых озерах региона различают два типа яиц, производимых самками. Яйца с тонкой прозрачной оболочкой откладываются в течение лета и развиваются без периода покоя. Яйца с плотной темной оболочкой (цисты, диаметром 0,20-0,24 мм и массой 0,0028-0,0065 мг) откладываются в конце лета и осенью, выносятся на берег, где проходит период диапаузы. Весной талыми водами яйца смываются обратно в водоем и развиваются при солености 30,00-40,00 ‰.

По способу питания артемия относится к фильтраторам, не способным к избирательной фильтрации пищевых частиц. Скорость фильтрации зависит от количества sestona, температуры воды и стадии развития рачков. При недостатке корма у артемии резко снижается скорость роста и развития, сокращается количество продуцируемых яиц, нарушается ритм кладки. Голодание обычно приводит к гибели рачков. В природных условиях питаются артемии водорослями, простейшими, бактериями, входящими в состав планктона и бентоса. Важным источником питания артемии является одноклеточная зеленая водоросль *Dunaliella salina*, составляющая основу фитопланктона или альгобактериальных пленок (матов). Содержащиеся в клетках водоросли пигменты усваиваются рачком и придают его телу красную окраску. Наряду с этим *D. salina* усваивает некоторые продукты азотного обмена рачка. Нередко в минеральных озерах *A. salina* и *D. salina* являются единственными представителями живых организмов, образуя простейший зооценоз. Сами артемии служат кормом для многих водных и околоводных птиц (чаек, пеганок, шилоклювок). В озерах Ишимской равнины с максимальным содержанием солей артемия является видом монодоминантом (относительная биомасса популяций 2,0-90,5 г/м³). Такое явление моноспецифичности при высокой стабильности озерных экосистем отмечено для гипергалинных (более 30 ‰) озер Ишимской равнины. При меньшей солености вместе с артемией в зоопланктоценозах таких озер отмечены *Cletocamptus retrogressus*, *Branchinecta* sp., *Branchinectella* sp., Phyllopoda, личинки Ephydra.

А. В. Крылов¹, И. В. Чалова¹, Н. С. Шевченко¹,
О. Л. Цельмович¹, В. Л. Лавров²

(¹Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия;

²Воронежский государственный природный
биосферный заповедник, Воронеж, Россия)

krylov@ibiw.yaroslavl.ru

ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ СТРУКТУРУ ЗООПЛАНКТОНА БОБРОВЫХ ПРУДОВ?

Изучение равнинных малых рек показало, что на зарегулированных и активно эксплуатируемых бобрами участках количество зоопланктона достигает рекордных величин благодаря значительному развитию 1-2 видов крупных Cladocera [Крылов, 2002]. Что способствует повышению обилия крупных Cladocera, в результате которого формируется зоопланктон, отличающийся высокими численностью и биомассой, низкой выравненностью?

При добавлении продуктов жизнедеятельности бобров (ПЖБ) в воде экспериментальных микрокосмов снижалась величина соотношения N/P. Ведущую роль в питании кормовых объектов зоопланктона начинали играть соединения фосфора, высокое содержание которых стимулирует развитие мирных Cladocera [Толмеев, 2006; Andersen, Hessen, 1991; Sterner, Schulz, 1998]. Наиболее требовательны к его концентрации крупные Daphnia [Sterner, Hessen, 1994; Sterner, Robinson, 1994; Urabe et al., 1997], которые в микрокосмах с ПЖБ достигали высокого обилия, в то время как количество Ceriodaphnia dubia было меньше. Это могло определяться прямой конкуренцией рачков за пищевую ресурс. На примере Daphnia pulex Leydig и Ceriodaphnia reticulata (Jurine), Daphnia magna и Diaphanosoma brachyurum s. lat [Romanovsky, Feniova, 1985], Daphnia magna и Ceriodaphnia reticulata [Фенева и др., 2010] показано, что успешность конкуренции между ними определяется количеством пищи. Об этом свидетельствуют и данные, полученные нами: при меньшей концентрации бактериопланктона в микрокосмах без ПЖБ дафния развивалась менее интенсивно, чем цериодафния, а при влиянии ПЖБ и высоком обилии бактериопланктона наблюдалась обратная закономерность. Однако биотестирование с использованием C. dubia показало, что в воде из микрокосмов, где массово развивалась Daphnia magna, достоверно снижалось количество потомства Ceriodaphnia dubia. Следовательно, ослабление репродуктивной функции цериодафнии могло определяться не только количеством пищи и прямой конкуренцией с крупным видом.

В. Н. Беклемишевым (1951) выделены трофические, топические, форические и фабрические связи. В нашем случае внимания заслуживают топические связи, т. е. связи между двумя видовыми популяциями, когда «... отдельные особи одного из партнеров или вся его популяция в целом видоизменяет физические и химические условия среду в сторону, благоприятную или неблагоприятную для другого партнера» [Беклемишев, 1951, с. 6]. Мы предполагаем, что

угнетение цериодафний было спровоцировано продуктами жизнедеятельности массово развивающейся в результате влияния ПЖБ *Daphnia magna*. Известно, что продукты жизнедеятельности крупных дафний при плотности посадки >85 экз./л вызывали задержку первой кладки, скорости роста и уменьшение размеров мелких представителей рода [Burns, 2000]. Очевидно, аналогичный эффект наблюдается и по отношению к мелким видам других родов Cladocera.

Следовательно, особенности развития зоопланктона бобровых прудов – результат влияния двух средообразователей: один кондиционирующий вид – бобр – изменяет и обогащает среду, создавая благоприятные условия для развития второго кондиционирующего вида – *D. magna*, который в свою очередь определяет условия существования зависимого вида, в нашем случае – *Ceriodaphnia dubia*.

Таким образом, механизмы влияния крупных видов дафний на представителей мелкоразмерных видов, совместно обитающих в бобровых прудах, гораздо шире и глубже конкурентных отношений за пищевой ресурс, большую роль играют топические связи.

Е. М. Кузнецова

(Пермское отделение ГосНИОРХ, Пермь, Россия)

katerinakyznetchova@gmail.com

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА НИЖНЕГО РАЙОНА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ Г. ДОБРЯНКА

Материалом для данной работы послужили 60 проб зоопланктона отобранные в марте, июне, августе и октябре 2014 г. Станции сбора проб расположены в нижней части главного Камского плёса водохранилища. Протяжённость этого участка – 35 км, ширина колеблется от 2 до 4 км, средние глубины – 8-10 м, максимальные – 23 м. Исследования зоопланктона на данном участке водохранилища проводились ранее в 1985-1988 гг. и 1997-1998 гг. [Кортунова, 1985, 1988; Хозяйкин, 2009].

Пробы собирали тотальным ловом с помощью планктонной сети Джели. Точки сбора были представлены пятью стандартными гидробиологическими разрезами в районе г. Добрянки. На каждом разрезе отобрано по три пробы: на правом и левом мелководьях и на русле. Пробы обрабатывались по общепринятой методике, определялся видовой и размерный состав зоопланктона [Методические рекомендации ..., 1984].

За время исследования было обнаружено 47 видов зоопланктонных организмов (Rotifera – 18, Cladocera – 18, Copepoda – 11). Доминатный комплекс слагали: коловратка *Asplanchna priodonta* Gosse и ракообразные – *Daphnia galeata* Sars и *Mesocyclops leuckarti* (Claus). Единично встречались виды *Notholca acuminata* (Ehrenberg) и *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet). Максимальное видовое богатство зоопланктона приходится на осенне-летний период.

Средневзвешенная биомасса зоопланктона за период исследования составила 1,48 г/м³ при численности 121,21 тыс. экз./м³ (таблица). Наиболее богато зоопланктоном было правобережное мелководье, зарегистрированный максимум количественного развития здесь составил: 6,8 г/м³ биомассы, при численности 393,73 тыс. экз./м³. Такое явление вызвано гидрологическим и благоприятными температурными условиями.

Таблица – Количественные показатели развития зоопланктона нижнего района Камского водохранилища в 2014 г.

Таксон	Месяц								Ср. за вегета- ционный сезон	
	март		июнь		август		октябрь			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Rotifera	1,24	0,0007	82,53	0,25	19,77	0,02	36,82	0,02	46,37	0,10
Cladocera	0,02	0,0001	2,19	0,04	40,68	1,97	5,35	0,75	16,07	0,92
Copepoda	0,18	0,0005	67,55	0,29	71,07	0,72	37,66	0,38	58,76	0,46
Всего	1,44	0,0010	152,27	0,58	131,52	2,71	79,83	1,14	121,21	1,48

Примечание: N – численность, тыс. экз./м³; B – биомасса, г/м³

В июне основу численности и биомассы слагали коловратки и веслоногие рачки. Ветвистоусые играют незначительную роль – 1 % численности и 7 % биомассы. Наибольшие показатели количественного развития были отмечены в августе месяце и составляли – 2,71 г/м³ биомассы при численности 131,52 тыс. экз./м³, за счет массового развития ветвистоусого рачка *D. galeata* Sars.

В октябре месяце роль ветвистоусых снижается, но всё равно слагает не менее 50 % от общей биомассы. Биомасса веслоногих рачков составляет 0,38 г/м³ при численности 37,66 тыс. экз./м³, что составляет 33 и 47 % соответственно.

В. В. Ларионов

(Мурманский морской биологический институт
Кольского научного центра РАН, Мурманск, Россия)

mmbi@mmbi.info

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНОМ ПЕЛАГИЧЕСКИХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ТЕЧЕНИЕ СУТОК НА МЕЛКОВОДЬЕ НОРВЕЖСКОГО МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Изучение закономерностей трофических взаимоотношений между организмами фито- и зоопланктона давно считается одним из важнейших направлений гидробиологии. Исследования такого рода были проведены нами над планктонным сообществом в осеннее время (сентябрь 1990 г.) на мелководье Норвежского моря. Основной задачей являлось сравнение фитопланктеров, найденных в пищеварительных трактах зоопланктонных ракообразных, с таковыми, обнаруженными непосредственно при анализе проб воды на состав альгоценоза.

Представленные результаты были получены в ходе двух суточных станций: в прибрежье Норвегии – 6-7 сентября, Норвежское море, 60°33'0 с.ш. и 02°17'8 в.д.; на банке Викинг – 10-11 сентября, мелководье на границе Норвежского и Северного морей, 65°13'9 с.ш. и 10°00'6 в.д. Отбор проб фитопланктона производился 7-литровым пластиковым батометром с 4-х горизонтов: 0, 10, 15(20) и 50 м (т. е. из поверхностного и придонного слоев и слоев над и под термоклинном). Зоопланктон отбирался икорной сетью с горизонтов 20-0 м и 50-0 м. Материалом для изучения питания послужили доминирующие в планктоне копеподиты IV стадии *Calanus finmarchicus* Gunn. и эвфаузииды *Thysanoessa raschii* M. Sars и *T. inermis* Krøyer. Из 4-6 особей каждого вида изготавливались препараты для микроскопического исследования содержимого желудков.

Анализ полученных данных показал, что в сообществе и по численности, и по биомассе доминировали динофитовые водоросли: мелкие неопределенные формы, скорее всего, относящиеся к Отр. Gymnodiniida, несколько видов р. Ceratium, а также, в меньшей степени, отдельные представители р. Protoperidinium. Никаких существенных закономерных изменений в структуре пелагического альгоценоза в течение суток отмечено не было. В вертикальном распределении наблюдались четкие различия, свидетельствующие о разных видовых комплексах над и под температурным скачком. Кроме того, максимумы численности и биомассы микроводорослей чаще всего регистрировались на глубине 20 м, а минимумы – 50 м. При этом, однако, 50-метровый горизонт характеризовался наибольшим таксономическим разнообразием.

Результаты изучения содержания фитопланктона в желудках зоопланктонных ракообразных выявили значительные отличия в пищевом содержимом у особей, пойманных в разное время суток. На суточной станции у прибрежья Норвегии ритмика питания у особей *Calanus finmarchicus* была следующей: максимум наполнения желудков и содержания в них микроводорослей – в ночное время (01:00-05:00 ч); желудки, наполненные содержимым зеленоватого цвета, но без различимых фитопланктона – у рачков, отловленных в период 09:00-13:00 ч; минимум, при котором часто незаметно даже следов питания – в 17:00-21:00 ч. Для эвфаузиид картина в целом аналогичная, но несколько «смазанная», так как различия между пищевым содержимым у особей, пойманных в разное время суток, выражены слабее. На второй станции, на банке Викинг, ситуация в количественном отношении меняется, но структура ритмики выглядит практически такой же. Микроводорослей в желудках много, они хорошо различимы, и даже на минимумах наполнения в пищеварительном тракте присутствуют зеленоватые пищевые комки. Точная идентификация «съеденных» фитопланктона была затруднена в связи с их малыми размерами и изменениями в результате нахождения в желудках, однако можно с уверенностью сказать, что это те же мелкие представители динофлагеллят, которые доминировали в воде.

Таким образом, можно сделать вывод, что изученные виды планктонных ракообразных в осеннее время в исследованном районе достаточно активно потребляют организмы фитопланктона; при этом предпочтение отдается микроводорослям, преобладающим в среде по численности. Это, в свою очередь, свидетельствует об отсутствии избирательности питания у данных представителей зоопланктонного сообщества.

**В. В. Лидванов, О. Г. Грабко,
С. К. Кудерский, Е. И. Кукуев**
(Атлантический научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства
и океанографии, Калининград, Россия)
slavalidvanov@mail.ru

МЕЗОЗООПЛАНКТОН В РАЙОНЕ КАНАРСКОГО АПВЕЛЛИНГА

На основе материалов сборов 1994-2007 гг. выполнен анализ состава, ценотической организации и структуры сообществ мезозоопланктона. Пробы собраны в светлое время суток в поверхностном слое 0-100 м (0-дно) планктоносборщиком «Бонго-20» на регулярной сетке станций, расположенных над глубинами 20-1000 м на параллельных широтно-ориентированных разрезах. Всего использованы результаты обработки 1144 проб, собранных в девяти летних, пяти зимних и пяти осенних съемках.

В районе исследований идентифицированы меро- и голопланктонные организмы, относящиеся к 23 крупным таксонам. Среди Cladocera выявлено 7 видов. Среди Copepoda идентифицировано 184 вида. Основу фаунистического списка Copepoda формировали океанические широкоотропические виды, среди которых поверхностные и интерзональные виды представлены в равном соотношении. Наименьшее число видов отмечено у неритических представителей. Однако неритические широкоотропические виды формировали основу группы константных видов (частота встречаемости более 50 %) и создавали фаунистический фон района. Частота встречаемости основных видов Copepoda в значительной степени соответствовала их встречаемости в прибрежных районах всего Североатлантического субтропического круговорота.

В исследованный период стабильно дифференцировались два типа сообществ мезозоопланктона. Сообщество I распределялось над шельфом и материковым склоном. Сообщество II обычно распространялось в океанической части и над материковым склоном. Независимо от сезона и интенсивности апвеллинга сообщество I биотопически было приурочено к более холодной и менее соленой прибрежной апвеллинговой воде, а сообщество II – к океаническим водам Канарского течения.

Прибрежное сообщество I характеризовалось высокой численностью и биомассой (12400 экз./м³ и 530 мг/м³). В его биотопической структуре доминировала неритическая экологическая группа, в трофической структуре – тонкие фильтраторы, организмы со смешанным типом питания и мелкие хвататели, а в видовой структуре отмечалось кодоминирование трех неритических широкоотропических константных по частоте встречаемости видов *Paracalanus indicus*, *Acartia clausi* и *Oncaea curta*. Индексы видового разнообразия и выравненности сравнительно низкие (2,94 бит/экз. и 0,61).

Сообщество II вод Канарского течения отличалось относительно низкой численностью и биомассой (2900 экз./м³ и 240 мг/м³), а также более изменчивыми биотопической, трофической и видовой структурами. Обычно в его биотопической структуре преобладала неритическо-океаническая группа и отмечалась более высокая относительная численность океанических видов. В его трофической структуре доминировали тонкие фильтраторы и мелкие хвататели. Оно имело высокие индексы видового разнообразия (4,00 бит/экз.) и выравниваемости (0,73). В его видовой структуре состав видов-доминантов и субдоминантов менее стабилен, и в число структурообразующих видов входили океанические и неритическо-океанические представители рода *Clausocalanus*, неритическо-океанический вид *Oithona plumifera*, океанический вид *Acartia danae* и др. Кодоминанты неритического сообщества (*P. indicus*, *A. clausi* и *O. curta*) также часто выступали в роли структурообразующих видов.

Анализ динамики двух этих сообществ показал, что сезонные изменения их обилия и видовой структуры не выражены. В их межгодовой динамике отмечены явные сдвиги численности, биомассы, а также перестройки видовой структуры. Они произошли в ответ на изменение режима атмосферной циркуляции и интенсивности апвеллинга в 1998 г. и явились последствием режимного сдвига в экосистеме Канарского течения. Переход неритического сообщества I в новое стабильное состояние произошли в конце 1998 г. – начале 1999 г. и проявились в упрощении биотопической и трофической структур, изменении видовой структуры и увеличении в три раза численности и биомассы. Переход неритическо-океанического сообщества II из одного стабильного состояния в другое произошел позднее, в период 1999-2003 гг., и выразился в увеличении как обилия мезозoopланктона, так и значимости неритических видов в видовой структуре. Начало перестройки сопровождалось формированием ряда нетипичных состояний мезозoopланктона летом 1998 г. и зимой 1998/99 г., которые проявились в обособлении новых сообществ с атипичной видовой структурой.

А. Г. Литвинова, В. В. Вежновец
(Научно-практический центр НАН Беларуси
по биоресурсам, Минск, Беларусь)
vvv@biobel.bas-net.by

ЭЛЕМЕНТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА *EURYTEMORA LACUSTRIS* (FORRE, 1887) В ОЗЕРЕ ВЕЧЕЛЬЕ (БЕЛАРУСЬ)

Eurytemora lacustris – стенотермный реликт, представитель каланоидных копепод, обитатель озер и дельт рек севера Европы и Западной Сибири. В Беларуси проходит южная граница ареала вида, известен из 2 озер бассейна р. Западная Двина. Пробы отбирали в пелагиали, во всем столбе воды в течение года, с февраля 2014 г. по февраль 2015 г. в мезотрофном озере с максимальной глубиной 35,9 м. В пробах учитывали все стадии развития: 6 науплиальных (N) и 6 копеподитных (C).

В феврале 2014 г. наблюдалась высокая доля науплиев (88,3 %, доминировали N4 – 31,3 % и N5 – 21,9 % всей популяции), и низкая – копеподитов (11,7 %, преобладали копеподиты C1 – 4,3 % популяции, далее с увеличением возраста стадии шло постепенное снижение доли).

В мае науплиусы составили 61,9 % (доминировали N2 и N3 – 20,2 и 17,1 %), копеподиты – 38,1 % (преобладали C1-4 – 5-8%). Доля зрелых самок и самцов возросла в несколько раз.

В июне доля науплиев – 64,5 % (доминировали N2 – 27,9 %,) копеподитов – 35,5 % (доминировали C3 – 8,3 % при снижении доли C1-2 и N6). На начало июля у науплиев (56,6 %) картина изменилась слабо (при некотором снижении доли N4-5 и выпадении N6, как и C1-2 из популяции). Копеподиты – 43,4 % (снизилась доля C3, выросла – C4, которые доминировали – 17,0 %. Немного возросла доля C5 и C6). Выросла доля зрелых самок (7,2 %) и самцов (6,6 %). В конце июля опять увеличилась доля науплиев (81,0 %, преобладали N2 и N3 – 23,7 и 26,0 %), и снизилась доля копеподитов до 19,0 %, (всех стадий, но особенно C4 – до 7 %). Августовские сборы мало отличались от предыдущих: науплиусов – 77,4 % (возросла доля N2 и N4, а науплиев N3 – понизилась), копеподитов – 22,6 % (при дальнейшем снижении доли C4 до 2,4 %, а C5 выросла – с 6,5 до 11,1 %). С начала июля до середины августа копеподиты C1-3 встречались единично.

Сентябрь: популяция на 88,8 % была представлена науплиями, причем N2-5 представлены равноценно высоко. Стоит отметить увеличение доли N6 с 0,6 до 4,3 %, как и резкий рост (C1 – 5,4; C2 – 1,8 %). В октябре соотношение науплиев и копеподитов не изменилось. У личиночных стадий немного возросла доля N3-4 стадий (они доминируют, составляя, соответственно, 23,1 и 26,2 %) на фоне снижения доли N1-2 и N5. Среди копеподитов по-прежнему доминирует молодь (доля C1 снизилась до 4,4 %, а C2-3 возросла до 3,5 и 2,9 %). В ноябре в сравнении с октябрём резко снижается (до 11,5 %) доля науплиев при росте относительной численности копеподитов (C3 и C4 – 24,6 и 26,7 % соответственно, а C5 – 24,6 %).

В январе возрастная структура изменилась и соотношение науплиальных и копеподитных стадий в популяции было близким. Среди науплиев доминировали N2-4 стадии (14,3; 16,1 и 9,5 %). У копеподитов доминировали старшие стадии (C4 и C5 соответственно 12,1 и 13,9 %). Была высокая доля зрелых самцов (6,8 %) и самок (3,7 %). В феврале 2015 г. доля копеподитов упала до 20 % при низком и относительно равномерном распределении возрастов. У науплиев доминировала N2 (32,9 %).

Полученные данные подтверждают наличие у *E. lacustris* в условиях Беларуси 2 генераций: летне-осенней и зимней. Летняя генерация начинается с середины августа, зимняя в феврале. Летняя генерация короче зимней, и в течение года в популяции встречаются животные от двух генераций, что усложняет возрастную структуру.

**А. В. Лифанчук, В. А. Силкин,
Л. А. Паутова, А. В. Федоров**
(Южное отделение Института океанологии
им. П. П. Ширшова РАН, Геленджик, Россия)
lifanchuk.anna@mail.ru, vsilkin@mail.ru

ОСНОВНЫЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

В течение всего годового цикла динамика факторов среды повторяется и приводит к смене доминантов в сообществе. В процессе адаптации к повторяющимся ежегодно факторам среды в фитопланктонном сообществе формируются определенные сезонные комплексы, которые характеризуются морфофизиологическими свойствами. Таким образом, в течение годового цикла были выявлены основные морфофизиологические стратегии фитопланктонного сообщества северо-восточной части Чёрного моря.

В весенний период развиваются мелкоклеточные диатомовые водоросли (*Chaetoceros curvisetus*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* и *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*). Экспериментальные исследования марта 2012 г. с элементами минерального питания (азота и фосфора) показывают, что данные добавки не влияют на рост этих диатомей. Отсюда следует, что в данный период элементов минерального питания было достаточно в среде для того, чтобы происходил рост диатомей не лимитированный по этим элементам. Но уже в апреле 2012 г. ситуация меняется. После весеннего цветения мелкоклеточные формы диатомей показывают интенсивный рост при совместной добавке азота и фосфора. Таким образом, в весенний период происходит отбор видов по одному важному физиологическому параметру – максимальной удельной скорости роста. В весенний период доминирующие виды фитопланктона имеют малый объем клетки и при этом относительно высокие показатели отношения поверхности к объему. При высокой концентрации элементов минерального питания клетки растут с максимальной удельной скоростью роста, затем при снижении концентрации элементов в среде соотношение поверхности к объему становится принципиальным для успешного освоения пространства.

В конце весны и начале лета кокколитофорида *Emiliania huxleyi* показывает интенсивный рост. Уравнения регрессии показывают, что рост кокколитофорид интенсифицируется при добавке только фосфора или при одновременной добавке азота и фосфора. В этот период рост мелкоклеточных диатомей невозможен из-за лимитирования их роста, прежде всего, концентрацией азота. Кокколитофорида же способна расти при низких концентрациях азота. Это связано с более низкой константой полунасыщения для его поглощения. Согласно теории R-competition Тилмана [Tilman, 1977, 1981] константа полунасыщения является ключевым моментом при определении способности вида

конкурировать за данный элемент питания. Выигрывает конкуренцию вид, способный расти при более низких концентрациях ресурса. Таким образом, относительно низкие концентрации фосфора и низкое отношение азота к фосфору – необходимые условия доминирования кокколитофорид.

В летний сезон развиваются исключительно крупноклеточные формы диатомей (*Proboscia alata* и *Pseudosolenia calcar-avis*). Интересным фактом является то, что эти виды разделены либо во времени, либо в пространстве. Эти крупноклеточные формы диатомей не показывают одновременно высокую численность. Например, *P. alata* доминировала только в 2007-2009 гг., а во все остальные годы летней доминантой была *P. calcar-avis*. Обычно эти виды не реагируют на изменение концентраций азота и фосфора в среде. Это связано с тем, что это виды являются накопителями элементов питания. Благодаря большому объему клетки они имеют высокое содержание вакуолей, которые обладают свойством аккумулировать элементы питания. Крупноклеточные формы способны расти при периодическом пополнении запасов. Такое периодическое пополнение внутриклеточных запасов происходит при поступлении элементов питания за счет кратковременных штормов. Именно это и наблюдается в летний период, когда в основном штилевая погода нарушается кратковременным усилением ветра.

Таким образом, Весенний сезонный комплекс состоит из мелкоклеточных диатомей с основным физиологическим свойством – максимальной удельной скоростью роста (strategy of maximal growth rate). В конце весны и начале лета доминантами сообщества становятся кокколитофориды с отличительным свойством – минимальной константой полунасыщения для процесса поглощения азота (affinity strategy). Летний сезонный комплекс представлен крупноклеточными формами диатомей со способностью накапливать элементы минерального питания (storage strategy).

Ю. А. Малинина
(Саратовское отделение ГосНИОРХ,
Саратов, Россия)
MJul@rambler.ru

ЗООПЛАНКТОН МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКОВ РАЗНОГО ТИПА ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В прибрежной зоне создаются наиболее благоприятные условия для развития гидробионтов, в частности зоопланктона.

Изучаемые мелководные участки Волгоградского водохранилища по морфологическим признакам условно разделили на следующие типы:

- литоральные участки, примыкающие к руслу водохранилища;
- пойменные участки средней проточности;
- пойменные слабопроточные участки.

На всех исследуемых участках были выделены 3 типичных биотопа: условно открытый (лишенный растительности); заросший воздушно-водной растительностью; заросший погруженной растительностью.

Пробы зоопланктона отбирали в период максимальной вегетации растительности. Отбор и обработку проб проводили по общепринятым в гидробиологии методикам [Методика изучения ..., 1975].

Доминирующие виды высшей водной растительности (ВВР) на Волгоградском водохранилище – рогоз узколистный (1 ярус) и рдест пронзеннолистный (2 ярус). Средняя фитомасса макрофитов исследуемых участков составляла 730-930 г/м². Из них 70-80 % приходилось на прибрежно-водную растительность.

Анализ численности основных групп зоопланктона показал, что на заросших участках преобладали мирные формы – при наличии большого количества пищи в массе развивались крупные кладоцеры: *Sida cristallina*, *Euricercus lamellatus*, *Simocephalus vetulis*. На всех исследуемых участках зарегистрирован *Acroperus harpae*, *Chidorus sphaericus*. Из коловраток 100 % встречаемость была характерна для *Euchlanis triquetra*, за исключением мест массового развития дрейссены. На данных биотопах до 80 % численности и биомассы приходилось на веслоногих ракообразных. Среди них по численности доминировали представители п/отр. Cyclopoida, по биомассе – Calanioda.

На всех выделенных по морфологическому признаку участках наименьшие количественные показатели развития зоопланктона зарегистрированы для условно открытых, не заросших ВВР биотопов.

Зоопланктон литоральных участков, примыкающих к руслу водохранилища, подвержен воздействию интенсивного ветрового перемешивания, представлен теми же пелагическими формами, что и в русловой зоне. Однако, данные ценозы характеризуются более высокой информационной насыщенностью и эквитабельностью.

Исследования показали, что на защищенных участках в связи с благоприятной температурой воды, обилием пищи в виде микрофлоры и детрита наблюдается интенсивное развитие зоопланктонных организмов. Количественные показатели зоопланктона пойменных участков со средней плотностью зарастания ВВР превышают аналогичные показатели литоральных участков, примыкающих к руслу водохранилища в 3-5 раз.

Состав зоопланктона прибрежной зоны определяется защищенностью ее от волнений и типом зарослей макрофитов.

Таким образом, установлено, что повышенная прогреваемость, обилие микрофлоры и детрита в зарослях ВВР, а также защищенность от ветровых воздействий способствуют увеличению биомассы зоопланктона. Анализ распределения зоопланктона по отдельным биотопам выявил неоднородность развития сообществ и зависимость количественных показателей от скорости течения, плотности зарастания ВВР, температурного режима и глубины биотопов.

А. В. Мельников, А. Г. Лямин
(Институт природно-технических систем,
Севастополь, Россия)
mel.anat@mail.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ ГИДРОБИОНТНЫХ СООБЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Биолюминесцентное поле Черного моря отражает пространственно-временную структуру гидробионтных сообществ и подвержено периодическим изменениям. При этом изменение интенсивности свечения гидробионтных сообществ в природных условиях обусловлено действием множества разнообразных факторов (причин) как биотических, так и абиотических. В известных работах проведены исследования влияния в лабораторных условиях некоторых факторов на жизненные процессы отдельных видов гидробионтов, однако оценка значимости факторов и их идентификация в суточных изменениях интенсивности свечения морских гидробионтных сообществ в их естественных условиях обитания не проводилась.

В основу работы положены материалы исследований, выполненных в осенний период в прибрежной относительно открытой акватории моря и глубоководном районе западной части Черного моря. Вертикальное распределение интенсивности поля биолюминесценции исследовали методом многократного батифотометрического зондирования толщи воды, используя гидробиофизический комплекс «Сальпа-М», которым измеряли интенсивность поля биолюминесценции, а также абиотические параметры среды: температуру, мутность и электропроводность, которая пересчитывалась в соленость.

На станциях проводили по 10 зондирований каждый час с интервалом 2 минуты. Первая и последняя съемки по времени были приурочены к вечернему заходу и утреннему восходу солнца. Затем по каждому часу зондирования находили среднее значение интенсивности поля биолюминесценции, которое использовали в дальнейших расчетах.

Для выявления слоев, в которых изменения интенсивности свечения гидробионтных сообществ имеют близкий характер, всю толщу воды от поверхности до максимальной глубины зондирования разбили на 5-метровые слои по глубине и провели их группировку методом кластерного анализа.

Определение количества основных факторов и сокращение их числа до нескольких, достаточно полно объясняющих экспериментальные зависимости изменения интенсивности поля биолюминесценции в темное время суток, выполнили с использованием критерия Кэттела. Оценку значимости факторов и их идентификацию проводили методом главных компонент факторного анализа.

В докладе приведена модель факторного анализа и методика ее применения для оценки значимости факторов, влияющих на изменение интенсивности свечения гидробионтных сообществ. В результате анализа выявлено, что сум-

марных вклад трех основных факторов в изменчивость интенсивности поля биолюминесценции составляет 96,3 %. Остальные факторы вносят незначительный вклад в изменчивость поля биолюминесценции и поэтому в дальнейшем анализе не рассматривались.

Для идентификации факторов была рассчитана и рассмотрена корреляционная связь между изменением интенсивности поля биолюминесценции и каждым из факторов. В докладе приведена таблица факторных нагрузок, анализ которых позволил оценить относительный вклад каждого из факторов в суточный ход изменения интенсивности поля биолюминесценции, что является основой для интерпретации факторов.

В результате проведенного анализа установлено, что биотические факторы оказывают наибольшее влияние на периодичность нарастания и убывания интенсивности свечения гидробионтных сообществ в темное время суток (объясняют 83,7 % изменчивости интенсивности свечения), а абиотические факторы менее значимы в циркадном ритме биолюминесцентных гидробионтов (объясняют 12,6 % изменчивости).

Е. Б. Мельникова, Н. В. Лямина
(Институт природно-технических систем,
Севастополь, Россия)
Helena_melnikova@mail.ru

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ ГИДРОБИОНТНЫХ СООБЩЕСТВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Исследование процессов происходящих в гидробионтных сообществах по физическим полям, создаваемым планктонными организмами в процессе жизнедеятельности, позволяет получить сведения о процессах внутри природных сообществ в их естественном состоянии без нарушения структуры сообществ в реальном масштабе времени. У большинства видов светящихся гидробионтов можно выделить несколько повторяющихся через определенные промежутки времени процессов, называемых биологическими ритмами, важное место среди которых занимают суточные ритмы. Суточная смена дня и ночи синхронизирует внутренние часы гидробионтов и обеспечивает им возможность точно распределять во времени светозависимые и темновые процессы (в частности, питание, рост, репродукцию и др.). Исследования эндогенных суточных ритмов, происходящих внутри гидробионтных сообществ в природных условиях, важны для понимания временной изменчивости интенсивности поля биолюминесценции.

Материалом для исследования послужили данные, полученные в октябре 2010 г. в темное время суток, в прибрежных водах г. Севастополя в районе б. Круглая. Глубина моря в районе проводимой съемки около 70 м. Пространственную структуру интенсивности поля биолюминесценции исследовали ме-

тодом многократного батифотометрического зондирования толщи воды, используя гидробиофизический комплекс «Сальпа-М». Анализ амплитудно-временных характеристик изменения интенсивности свечения гидробионтных сообществ проводили в верхнем слое воды (0-30 м), в котором хорошо выражена периодичность нарастания и убывания интенсивности поля биолюминесценции. В качестве метода определения по интенсивности поля биолюминесценции продолжительности периодов и амплитудных характеристик биологических ритмов гидробионтных сообществ использовали дискретное преобразование Фурье.

Как показали проведенные измерения, интенсивность поля биолюминесценции, создаваемая гидробионтными сообществами на протяжении темного времени суток, подвержена флюктуациям. На фоне общей тенденции нарастания интенсивности поля биолюминесценции с наступлением темного времени суток и ее уменьшения к 06:00 ч утра, наблюдается ее нарастания к 19:00 ч, в 23:00-24:00 ч и в 03:00 ч, а также уменьшения к 20:00 ч и к 01:00 ч ночи.

Для нахождения спектральных составляющих изменения интенсивности поля биолюминесценции, характеризующих биологические ритмы гидробионтных сообществ в течение темного времени суток, использовали временной ряд измеренных значений интенсивности поля биолюминесценции. В докладе найдены параметры всех спектральных составляющих, рассчитанных для измеренного временного ряда изменений интенсивности поля биолюминесценции. При этом общее поле биолюминесценции состоит из суммы найденных спектральных составляющих. Установлено, что амплитуды отдельных спектральных составляющих отличаются между собой до 6 раз.

Отмечено, что наибольшие амплитуды имеют первая, третья и пятая спектральные составляющие. Процессы, формирующие первую спектральную составляющую, ответственны за медленные изменения интенсивности поля биолюминесценции, а процессы, формирующие третью и пятую спектральные составляющие – за быстрые изменения. Эти три спектральные составляющие (три биологических ритма) вносят основной вклад в изменение интенсивности поля биолюминесценции в темное время суток. Остальные спектральные составляющие (биологические ритмы) вследствие их малой амплитуды в дальнейшем анализе не учитывались.

В докладе проведено описание биологических ритмов, параметры которых были найдены с помощью разложения в ряд Фурье.

Для оценки достоверности принятых предположений был рассчитан коэффициент корреляции между изменением интенсивности поля биолюминесценции измеренным в реальных условиях обитания гидробионтных сообществ и рассчитанным с учетом полученных параметров основных спектральных составляющих найденного ряда Фурье. Проведенные расчеты подтвердили достоверность принятых предположений.

Полученные результаты могут найти применение при исследовании жизненных процессов гидробионтных сообществ и при биолюминесцентных исследованиях.

А. А. Новичкова, А. Ю. Синёв
(Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия)
anna.hydro@gmail.com, artem.sinev@gmail.com

ПЛАНКТОННЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ (CLADOCERA, COPEPODA) РАЗЛИЧНЫХ ВОДОЕМОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Магаданская область все еще остается мало изученным регионом. И хотя было проведено несколько крупных исследований фауны беспозвоночных р. Колымы и её бассейна, многие водоемы, особенно мелководные и временные, остаются неизученными. Сбор материала проводили в июле 2014 г. по стандартным гидробиологическим методикам. Было обследовано 30 стоячих водоемов различного размера и происхождения – от временных придорожных луж до прибрежной полосы крупных ледниково-тектонических озер, расположенных вдоль Колымской трассы и на Охотоморском побережье. В ходе работы было обнаружено 53 вида ракообразных. Среди них 30 видов Cladocera: 10 видов Daphnidae, 10 Chydoridae, 3 Eurycercidae, 2 Sdidae, 1 Macrothricidae, 1 Ophryoxidae, 1 Bosminidae, 1 Polyphemidae и 1 Cercopagidae; а также 23 вида Copepoda: 16 Cyclopoida, 4 Harpacticoida и 3 Calanoida. Обнаружено несколько ранее не указывавшихся для региона таксонов, а также несколько ракообразных, точную видовую принадлежность которых не удалось определить.

Одна из наиболее интересных находок – *Chydorus* cf. *faviformis* Birge, 1893, североамериканский вид, створки и головной щит которого покрыты глубокими многоугольными ячейками. Это первая находка *Chydorus* с настоящей ячеистой структурой («honeycombed») в России. Также среди Cladocera был встречен единственный экземпляр *Bythotrephes* sp., который, по-видимому, представляет собой гибрид видов *B. crassicaudus* Lilljeborg, 1890 и *B. cederstroemii* Schoedler, 1863, широко распространенных в азиатской части России.

Среди необычных Copepoda был обнаружен *Mixodiaptomus* cf. *theeli* Lilljeborg in Guerne & Richard, 1889, самцы и самки которого имеют морфологические признаки разных видов, а также неизвестные гарпактициды *Brucampatus* sp. Также интересно отметить, что в одном из водоемов на Охотоморском побережье наряду с пресноводными видами ракообразных (*Sida crystallina* Mueller, 1776 и *Bosmina* cf. *longirostris* Mueller, 1785) был обнаружен морской вид Harpacticoida: *Tisbe* cf. *minor* (Scott T. & A., 1896), который, по-видимому, был занесен в озеро по узкой протоке, соединяющей водоем с морем.

Наиболее часто встречающимися видами были *Ophryoxus gracilis kolymensis* Smirnov, 1862, *Chydorus* cf. *sphaericus* Mueller, 1776, *B.* cf. *longirostris*, *S. crystallina* и *Heteroscope appendiculata* (G. O. Sars, 1902), остальные виды были отмечены в единичных водоемах. В целом, видовое разнообразие ракообразных в озерах было невелико – от 2 до 12 видов, причем наибольшее число видов было отмечено в маленьких торфяных озерах и придорожных лужах. Большинство обнаруженных ракообразных можно отнести к прибрежным и придонным фор-

мам широко распространенных палеарктических и голарктических видов. Однако наряду с ними присутствуют также виды, распространенные только в Восточной части России и, так называемые, берингийские виды – общие для востока Евразии и Северной Америки (5 видов).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 13-04-01065.

А. В. Пиркова, Л. В. Ладыгина, Е. В. Лисицкая
(Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского, Севастополь, Россия)
maricultura@mail.ru

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ *AURELIA AURITA* (LINNAEUS, 1758) (SCYPHOZOA: ULMARIDAE) В ЧЁРНОМ МОРЕ

Медуза *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) – эврибионтный вид, обитатель планктона умеренных и тропических морей обоих полушарий. В нашей стране, кроме Чёрного моря, она живет в Балтийском, Баренцевом, Азовском, Японском и Беринговом морях. Часто встречается в массовых количествах. Средняя биомасса медузы в Чёрном море может достигать 220 млн т [Зайцев, 1998].

В результате экспериментальных исследований, проведенных с ноября 2013 г. по февраль 2015 г., получены новые данные по биологии развития *A. aurita*. В период размножения при температуре воды 10,2 °С медузы собираются у берегов. Их легко различить по цвету гонад: фиолетовые и розовые – у самцов, желтые и жёлто-коричневые – у самок. Установлено, что яйцеклетки созревают не одновременно, поэтому в карманчиках, расположенных на ротовых лопастях, наблюдались оплодотворённые яйцеклетки (размером 75-82 мкм), эмбрионы на разных стадиях развития и планулы (95-120 мкм). На третьи сутки при температуре воды 15 °С планулы оседали на дно и стенки сосудов, а также прикреплялись к поверхностной плёнке и превращались в полипы размерами 114-125 мкм. По мере роста полипы образовывали от 4 до 28 простых, раздвоенных или снабженных на конце булавовидными утолщениями щупалец, длина которых в 3 раза превышала длину их тела. По всей длине щупалец хорошо просматривались спирально расположенные стрекательные клетки. Полипы активно питались, захватывая щупальцами личинок мидий *Mytilus galloprovincialis*, коловраток *Brachionus plicatilis*, рачков *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, *Artemia salina*, выращенных в лабораторных условиях. Отмечена способность накопления питательных веществ в виде капелек жира. От не переваренных остатков пищи (раковин личинок мидий) полипы освобождались, выворачивая тело. Наблюдались случаи каннибализма – поедание сцифистомы планул и полипов. Регенерация повреждённых полипов происходила в течение суток.

Установлено, что процесс размножения почкованием продолжался в течение 10 месяцев. У одной сцифистомы образовывалось от 3 до 10 маленьких полипов.

В ноябре, когда температура воды в течение 10 суток держалась около 11 °С, у сцифистом началась стробилияция. Перед стробилиацией в гастральной полости каждого полипа наблюдали образование коричневого цвета в форме «стебелька», содержащего стрекательные клетки. Затем «стебелёк» выбрасывался в воду. Щупальца к этому времени укорачивались и у сцифистом с верхней части тела начинали образовываться поперечные перетяжки. В течение месяца перетяжки углублялись, образовались стробилы из 3-12 молодых медуз. Эфиры размером 3-3,5 мм отрывались от стробил по одной или несколько соединенных вместе, в планктоне проходило их разъединение.

В норме эфиры имеют 8 раздвоенных лучей. Однако нами отмечено, что у 2,5 % эфир их меньше 8, а у 3,6 % – от 9 до 12. Между раздвоением каждого луча видны ропалии, закладка которых произошла ещё в период стробилиации. На ропалии расположены светочувствительные клетки и статолиты – группа из 15-28 известковых телец длиной от 1,6 до 8 мкм, шириной от 1,2 до 3,5 мкм.

Тело эфиры покрыто стрекательными клетками с длинными чувствительными волосками. Эфиры питались фито- и зоопланктоном. По мере роста форма лучей изменялась, края зонтика выравнивались. Через месяц эфиры превратились в медузок диаметром зонтика 8,5 мм.

На основании полученных данных подготовлен научно-популярный фильм «Биология развития медузы *Aurelia aurita* в Чёрном море», предлагаемый для внедрения в учебный процесс.

Ю. Ю. Полунина, М. В. Лятун

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

jul_polunina@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ И ЕГО ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ВЕРОЯТНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ

Анализ наших данных по мезозоопланктону Юго-Восточной Балтики за период 2001-2003, 2007-2008 и 2010 гг. выявил, что основу сообщества составляли в весенне-летний сезон клadoцеры (*Pleopsis polyphemoides*, *Evadne nordmanni*, *Bosmina maritima*) и коловратки (*Synchaeta* sp., *K. quadrata*), в то время как численность и биомасса веслоногих ракообразных не была высокой. Среди калянид преобладали виды рода *Acartia* и *Temora longicornis*, вид *Pseudocalanus elongatus* был крайне малочислен. Отмечены клadoцеры-вселенцы из тепловодного Понто-Каспийского региона *Cercopagis pengoi* и *Evadne anonyx*, численность которых была не велика и составляла от 0,2 до 100 экз./м³. Минимальная численность весенне-летнего зоопланктона составила 0,62 тыс. экз./м³, максимальная – 238,52 тыс. экз./м³, средние показатели колебались от 6,0 до 152,2 тыс. экз./м³, биомасса изменялась в пределах 0,5-1873 мг/м³, а средняя составляла в разные периоды исследования 17,1-514 мг/м³.

На основании анализа глобальных и региональных климатических сценариев по акватории Балтийского моря выделены два наиболее вероятных.

Первый, при котором поверхностная температура воды в течение тридцати лет будет повышаться в пределах 0,2-1,2 °C, а прирост солености составит от –0,3 до 0,2 ‰ (система моделей Rossby Centre Atmosphere Ocean Model, RCAO-ESCHAM5/MPI-OM/A1B и система моделей Rossby Centre Atmosphere Ocean Model, RCAO-ESCHAM5/MPI-OM/A2).

Второй, при котором прирост приповерхностной температуры в год составит 2,5-3,0 °C (максимум до 5,0 °C), а соленость с учетом ветра и пресного стока может снизиться на 4 ‰ (система моделей Rossby Centre Atmosphere Ocean Model – ESCHAM4|OPYC3 (Max Plank Institute for Meteorology, Germany) – RCAO-E/B2; система моделей Rossby Centre Atmosphere Ocean Model / HadAM3H (HadleyCentre, UK) – RCAO-H/B2; модель регионального климата (МРК ГГО (GGO)) им. Воейкова).

В первом сценарии прирост температуры и солености лежит в диапазоне колебаний данных параметров современного периода. Преимущественное развитие в зоопланктоне получают виды, обитающие в широком диапазоне солености и температуры. Поскольку большинство массовых видов зоопланктона Юго-Восточной Балтики начала 2000-х годов – это виды эвригалинные и эвритермные, при реализации первого сценария существенных изменений в структуре доминирующих видов и зоопланктона в целом не ожидается.

Второй сценарий приведет к снижению солености в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики и к изменению структуры зоопланктона. Ареал обитания и встречаемость морских холодноводных видов сократиться. Массово будут развиваться виды солоноватоводного комплекса. Вероятен рост численности пресноводных видов: кладоцер и коловраток. Ожидается увеличение роли эвригалинных и эвритермных видов калянид *Eurytemora affinis*, *Temora longicornis* и видов рода *Acartia* spp., и снижение роли стенотермного стеногалинного *P. elongatus*. Повышение температуры воды будет благоприятно для вселения и развития популяций видов-вселенцев зоопланктона из теплых регионов: Каспийского моря и др. южных морей.

Таким образом, реализация второго сценария будет сопровождаться существенными изменениями в зоопланктоне.

Н. В. Полякова

(Санкт-Петербургский государственный
университет, Санкт-Петербург, Россия)

nvpnataly@yandex.ru

ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПЛАНКТОНА РАСПРЕСНЁННЫХ НАСКАЛЬНЫХ ВАНН БЕЛОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ СОЛЁНОСТИ

Наскальные ванны различной солёности широко распространены на островах Кандалакшского залива Белого моря. Одним из основных свойств подобных экосистем является экстремальность условий существования, что вызвано

небольшими размерами водоемов и резкими суточными и сезонными колебаниями физико-химических характеристик. Особенно это касается водоёмов зоны заплеска, не имеющих постоянной связи с морем. Накоплению воды здесь способствует попадание, с одной стороны, из атмосферы и за счёт поверхностного стока, с другой стороны, из моря. В зависимости от погодных условий и ряда прочих причин, колебания солёности здесь в течение сезона могут достигать 50 ‰. Из всего разнообразия наскальных ванн в данном исследовании выбрана наименее распространённая группа – максимально распреснённые. Эти водоёмы хорошо изолированы от моря, но, в отличие от пресноводных ванн, здесь имеют место периодические повышения солёности, в основном за счёт ветрового забрызгивания и штормовых заплесков. Обычно солёность в течение сезона составляет здесь от 0 до 3 ‰, периодически повышаясь до 5-10, в редких случаях разово увеличиваясь до 22 ‰.

Материал собран на двух ваннах острова Медянка Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря в 2013-2014 гг. с конца мая по начало октября с перерывами 8-20 дней. Для водоёмов визуально определяли высоту над уровнем моря, морфометрические характеристики. Солёность измеряли при помощи кондуктометра. Пробы зоопланктона отбирали фильтрацией 5 литров воды через газ № 70. Обработку проб проводили по стандартным методикам.

Показано, что в начале сезона, когда солёность в ваннах близка к нулю, развивается типично пресноводный комплекс видов с преобладанием ветвистых рачков *Daphnia magna*, *D. pulex*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sp. spaericus*, коловраток *Notholca acuminata*. Общая численность сообщества может значительно колебаться, составляя от 50 до 1000 экз./л. Дальнейшая судьба сообщества напрямую зависит от внешних условий. При попадании морской воды происходит угнетение пресноводной фауны, что выражается в уменьшении численности, которая редко превышает 100 экз./л, уменьшении средних индивидуальных размеров, что очень заметно на представителях рода *Daphnia*. Часто наблюдается полная элиминация сообщества, причём происходить это может в течение некоторого периода после попадания морской воды. Обычно это случается, если солёность превышает 5 ‰ и в отсутствии дождей держится до двух недель и дольше. В этом случае наблюдается полная или частичная смена сообщества с преобладанием солоновато-водной фауны, в частности представителей рода *Euritemora* (видовая принадлежность в ближайшее время будет установлена с помощью молекулярно-генетических методов) и широко распространённого в солёных ваннах рачка *Tigriopus brevicornis* (Harpacticoidae). Численность сообщества при этом обычно не превышает 100-300 экз./л. Если заплеска не произошло, пресноводные формы в условиях хорошей прогреваемости и постоянного притока биогенов с птичьих базаров достигают высоких величин обилия. Так численность *Chydorus sp. spaericus* в одной из исследованных ванн в июле 2013 г. превышала 1000 экз./л. Биомасса дафний в другой в июле 2014 г. достигала 400 мг/л.

Таким образом, зоопланктон в опреснённых ваннах представлен в основном типичными представителями пресноводного комплекса, но при возрастании солёности пресноводные организмы полностью или частично исчезают и

им на смену приходят представители солоновато-водной фауны. Функционирование сообществ ванн, имеющих эпизодическую связь с морем, зависит от ряда причин, в первую очередь, количества осадков, силы и направления ветра, определяющего наличие штормовых забрызгов.

Н. В. Полякова, А. С. Демчук
(Санкт-Петербургский государственный
университет, Санкт-Петербург, Россия)
nvpnataly@yandex.ru, anndemch@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ПРИЛИВНО-ОТЛИВНЫХ ЦИКЛОВ НА СОСТАВ ПРИБРЕЖНОГО ЗООПЛАНКТОНА ГУБЫ СЕЛЬДЯНАЯ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

В последние годы на кафедре ихтиологии и гидробиологии СПбГУ значительно возрос интерес к изучению зоопланктона прибрежных участков Белого моря. В первую очередь это связано с активными исследованиями прибрежной ихтиофауны, в частности трёхиглой колюшки. Как известно, зоопланктон, являясь важным звеном трофической цепи, играет большую роль в питании рыб, особенно молоди, составляя значительную долю рациона. При этом, несмотря на то, что Белое море является объектом тщательных исследований уже многие десятилетия и к настоящему времени представляет собой один из наиболее изученных морских водоемов мира, сообщества зоопланктона прибрежных районов оказались в значительной степени обделены вниманием.

Биологическая структура Белого моря отличается большим своеобразием. Мелководья, заселены относительно тепловодным бореальным населением, а глубины – арктической и бореально-арктической фауной. Белое море характеризуется высокой приливно-отливной активностью в отдельных участках. В связи с этим очевидна важность изучения закономерностей формирования биологической структуры прибрежной зоны. В 2013 г. проведены суточные наблюдения за зоопланктоном в районе МБС СПбГУ в губе Сельдяная Кандалакшского залива Белого моря в разные фазы приливно-отливного цикла.

Зоопланктона отбирали на трёх точках в куту губы, зарослях *Zostera marina* и на выходе из губы в течение суток через каждые три часа. С середины июля по конец августа было проведено три таких съёмки. Пробы взяты по стандартной методике, путем пропускания 30-100л литров воды через планктонную сеть (газ № 70). Фиксировали 4 % раствором формалина. Обработку и определение проводили по стандартной методике.

Губа Сельдяная являясь небольшим мелководным заливом, используется как полигон для изучения питания колюшки. Соответственно, с 2011 по 2014 г. здесь регулярно проводят сбор зоопланктона. Преобладающей группой являются Copepoda, часто составляя до 90-100 % от общей численности. Так, на всех станциях в массе отмечены взрослые и ювенильные *Oithona similis*, *Oncea borealis*, *Centropages hamatus*, *Microsetella norvegica*. Все указанные виды являются типичными для зоопланктона Белого моря и описаны в литературе, как массовые теплолюбивые формы.

В результате суточных наблюдений показано, что колебания обилия зоопланктона носят неравномерный характер. Численность колебалась от 3,5 до 60,5 тыс. экз./м³. Именно колебания численности отдельных видов определяют ход суточной динамики зоопланктона. В кутовой части, например, флуктуации общей численности невелики и находятся в пределах 13-36 тыс. экз./м³. При этом в малую воду здесь отмечено резкое увеличение численности *Centropages hamatus* – 7-9 тыс. экз./м³, тогда как в большую и среднюю воду его численность не превышает 200-300 экз./л, составляя менее 10 % от общей. Этим можно объяснить значительное увеличение биомассы зоопланктона этого участка губы в малую воду – выше 800 мг/м³, при том, что в остальные фазы она обычно не превышает 200 мг/м³. *Temora longicornis* наоборот значительно увеличивает своё присутствие в куту в фазу большой воды. Необходимо отметить, что период проведения работ связан с высокой плотностью мальков колюшки, которая активно выедает отдельные виды.

Таким образом, в течение суток отмечены колебания основных показателей обилия, что связано с изменением участия отдельных видов. Говоря о влиянии приливно-отливных циклов на прибрежный зоопланктон, необходимо учитывать суточные вертикальные миграции массовых форм, а так же пресс рыб и их активность в разное время суток.

А. А. Прудковский

(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия)

aprudkovsky@wsbs-msu.ru

НАБЛЮДЕНИЯ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ И КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ТРОФИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ «МЕДУЗЫ-ЗООПЛАНКТОН» В ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОРЯ

Морскую пелагиаль населяют одноклеточные и многоклеточные организмы, связанные друг с другом различными взаимоотношениями, в первую очередь – трофическими. Традиционный метод представления трофических отношений – это оценка потоков вещества между разными трофическими уровнями. Однако оценки, построенные только на совместной встречаемости организмов в пробах, не учитывают всю сложность биологических процессов. Поэтому для интерпретации мониторинговых данных необходимы фундаментальные исследования трофических отношений, которые описывают существующие логические взаимосвязи между организмами. Взаимодействие между организмами в ограниченном объёме можно описать с помощью статистических моделей, которые включают функционально-морфологические и функционально-поведенческие параметры. Но, кроме того, взаимодействие между организмами зависит от пространственного распределения популяций и особенностей жизненных циклов. В данной работе я рассматриваю такую «концептуальную» модель применительно к трофическому взаимодействию между медузами и зоопланктоном в прибрежной пелагиали Белого моря (работа выполнена преимущественно в акватории биостанции ББС МГУ).

При оценке воздействия медуз на зоопланктон были исследованы спектр питания, избирательность питания, интенсивность питания, продолжительность переваривания пищи для массовых видов медуз Белого моря, в т. ч. гидромедуз *Bougainvillia superciliaris*, *Sarsia tubulosa*, *Aglantha digitale* [Prudkovsky, 2013], а также сцифомедуз *Aurelia aurita*. При анализе данных для разных лет было установлено, что значимость индекса избирательности питания медуз по отношению к разным пищевым ресурсам зависит от состава планктона. Данные были интерпретированы с помощью экспериментальных количественных наблюдений за процессом питания. Интенсивность питания была исследована экспериментально для *B. superciliaris*, полученный результат сравним со средними оценками при исследовании содержимого желудков медуз из моря. В итоге было установлено, что в большинстве случаев медузы оказывают небольшое воздействие на количество зоопланктона в море. Тем не менее, суточное выедание значимо в отдельных скоплениях медуз и может достигать по оценкам в отдельных частях Ругозерской губы в акватории биостанции до 10-20 % от численности зоопланктона.

Зоопланктон распределён в воде неоднородно и образует скопления. Интенсивность питания медуз зависит от совместной встречаемости медуз и их потенциальных жертв. Совместную встречаемость медуз и зоопланктона в сетных сборах на одной станции исследовали на протяжении месяца в апреле-мае 2014 г. Жизненный цикл большинства прибрежных медуз включает пелагическую медузоидную и донную полипоидную стадии. При этом появление медуз в планктоне обычно приурочено к определённым сезонам года. Появление медуз у некоторых видов беломорских книдарий можно индуцировать с помощью изменения условий содержания экспериментальных культур. Было получено, что наиболее важные регуляторы жизненного цикла у гидроидов в экспериментальных условиях с избытком пищи – это солевой состав морской воды и температура. Так разные виды продуцируют медуз только в определённых температурных диапазонах, а изменение температуры в течение года синхронизирует репродуктивные процессы в популяциях. Накопление продуктов метаболизма в культуральных ёмкостях в большинстве случаев препятствует появлению медуз на колониях гидроидов. Однако роль изменений состава воды в течение года в естественных условиях – не изучена.

И. Г. Радченко¹, Л. В. Ильяш¹, В. П. Шевченко²

¹Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия;

²Институт океанологии им. П. П. Ширшова
РАН, Москва, Россия)

IraRadchenko@yandex.ru

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА ЭСТУАРИЯ РЕКИ КЕМЬ БЕЛОГО МОРЯ – ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

В эстуариях Арктического бассейна происходит трансформация аллохтонного вещества, поступающего с речной водой, и формируется высокая первичная и вторичная биологическая продукция, существенно влияющая на биологи-

ческую продуктивность Арктического шельфа. Поэтому изучение закономерностей формирования структуры фитопланктона в приливных эстуариях Белого моря актуально и лежат в русле современных биоокеанологических исследований. Кемь является наиболее крупной рекой (средний расход воды $270 \text{ м}^3/\text{с}$, годовой сток около $8,5 \text{ км}^3$), впадающей в Белое море со стороны Карелии. Приливы в эстуарии р. Кемь полусуточные с высотой 0,5-1 м в летний период.

Пробы фитопланктона отбирали в поверхностном слое 25-27.06.2008 г., 15-16.07.2009 г., 24.07.2010 г. и 15-16.07.2011 г. Анализ проб осуществляли по методике [Радченко и др., 2010]. Соленость и температуру определяли мультипараметрическим зондом. По величинам солености с учетом глубины эстуарий был разделен на три зоны: речную (0,01-0,16 епс; 1,2-3 м), градиентную (1,13-25,4 епс; 0,5-12 м) и морскую (24,7-26,4 епс; 8-23 м). Положение границ между зонами, температура воды и мутность варьировали в разные годы. Температура поверхностного слоя снижалась от реки к морю и колебалась по ходу приливного цикла (с более высокими значениями в отлив). Пределы колебания составляли $6,4\text{-}15,3^\circ\text{C}$ (25-27.06.2008 г.), $11,7\text{-}17,4^\circ\text{C}$ (15-16.07.2009 г.), $12,43\text{-}20,04^\circ\text{C}$ (15-16.07.2011 г.), $12,1\text{-}20,1^\circ\text{C}$ (24.07.2010 г.).

По совокупности всех наблюдений видовое богатство фитопланктона (S) составило 273 вида. Пределы изменчивости S составили: в речной зоне – 17-47, градиентной – 50-133, морской – 20-53 видов. Наибольшее S отмечено в градиентной зоне, при этом обилие ряда как пресноводных видов (*Pseudoanabaena* sp., *Snowella lacustris*, *Monoraphidium contortum*, *Aulacoseira* spp., *Peridiniopsis elpatiewskyi*), так и морских форм (*Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* spp., *Heterocapsa rotundata*) не отличалось от такового соответственно в речной и морской зонах. Наибольшим числом видов во всех зонах были представлены диатомовые водоросли, доля которых в видовых списках составляла 48-58 %.

Согласно градиенту солености, число видов пресноводных водорослей снижалось от речной зоны к морской до 2-13 (*Monoraphidium contortum*, *Pseudoanabaena* sp., *Aulacoseira distans*, *Synedra ulna* и др.), а число морских форм – увеличивалось. В пресных водах отмечалось 0-11 морских видов (*Cylindrotheca closterium*, *Navicula directa*, *Skeletonema costatum* и др.).

Средние (по всем зонам) значения суммарной биомассы фитопланктона (B , $\text{мг}\cdot\text{C}/\text{м}^3$) варьировали в зависимости от периода наблюдений: $8,0\pm 5,1$ (2008); $2,8\pm 2,4$ (2009); $16,9\pm 7,3$ (2010); $14,9\pm 12,5$ (2011).

Величина средней (для зоны) B снижалась от речной зоны к морской. Исключение составил аномально теплый 2010 г., когда картина изменилась на обратную. Отмечены случаи приуроченности высоких значений B к фронтальной зоне, разделяющей речную и градиентную зоны. Состав доминирующих (по биомассе) форм изменялся по зонам и годам. В речной зоне основной вклад в B давали: *Peridiniopsis elpatiewskyi*, *Cryptomonas* sp. (2008), *Aulacoseira* spp. (2009), неидентифицированные цианобактерии, *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp. (2011), *Aphanothece clathrata* (2010). В градиентной зоне наибольший вклад в B давали как пресноводные, так и морские формы: *Peridiniopsis elpatiewskyi*, *Thalassiosira nordenskiöldii* (2008), *Licmophora ovulum*, *Navicula peregrina*, *Aulacoseira* spp. (2009). В морской зоне доминировали морские формы: *Rhizosolenia setigera*, *Thalassiosira nordenskiöldii* (2008), *Thalassiosira* sp. (2009), *Thalassiosira nordenskiöldii*, *Skeletonema costatum* (2011), *Heterocapsa rotundata* (2010).

Н. Д. Романова, А. Ф. Сажин
(Институт океанологии им. П. П. Ширшова
РАН, Москва, Россия)
Romanova-Nadya@yandex.ru

МИКРОБНАЯ «ПЕТЛЯ» В ПЕЛАГИАЛИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

Глубоководные желоба Карского моря, в частности желоб Св. Анны в его западной части, являются ключевой областью в процессах водообмена между арктическим шельфом и глубоководным Арктическим бассейном [Степанов, 1985; Pavlov, Pfirman, 1995]. Важнейшую роль в трансформации органического вещества в Арктике играет микробное сообщество, в частности активность функционирования микробной «петли» – компонента пищевой сети, участвующего в регенерации биогенных элементов и концентрации растворенного органического вещества, делающего таким образом их доступными для более высоких трофических звеньев [Sherr, Sherr, 2008; Kirchman, 2012]. В 2007 и 2011 гг. в северо-западной части Карского моря был собран материал для определения количественных и функциональных характеристик микропланктона в области желоба Св. Анны (54-й и 59-й рейсы НИС «АКАДЕМИК МСТИСЛАВ КЕЛДЫШ»).

Максимальные значения численности бактериопланктона на разрезе вдоль южной части желоба Св. Анны наблюдались в области граничащего с желобом внешнего шельфа в поверхностном опресненном слое воды (257-290 тыс. кл./мл). Относительно высокие значения обилия (64-147 тыс. кл./мл) были отмечены и в верхнем 10-15-метровом слое воды над склоном с изобатами 150-350 м, где наблюдалось ярко выраженное приближающееся к поверхности течение трансформированных атлантических вод [Кременецкий, 2011]. Севернее значения численности бактерий в верхнем перемешанном слое снижались до 57 ± 19 тыс. кл./мл. В нижележащих слоях воды на разрезе обилие бактерий на разных горизонтах изменялось от 13 до 69 тыс. кл./мл. Размер бактериальных клеток колебался от 0,02 до 0,05 мкм³. В морфологическом составе бактериопланктона желоба Св. Анны доминировали кокки, доля палочковидных форм достигала максимальных значений 42-46 % в верхнем перемешанном слое северной части разреза. Максимальные значения продукции бактериопланктона (7,4 мкгС/м³ в сутки) наблюдались над шельфом Карского моря в верхнем опресненном слое. В области над склоном продукция бактериопланктона в верхнем слое воды была близка к нулевым значениям, и возрастала на глубинах более 20 м. То же самое наблюдалось и для Р/В-коэффициента: разница между его значениями в верхнем горизонте и на глубине 20 м составляла от 4 до 11 раз.

Наибольшая концентрация гетеротрофных нанофлагеллят наблюдалась в верхнем 150-метровом слое воды. Максимальные численность и биомасса гетеротрофных жгутиконосцев были отмечены в поверхностном горизонте самой

южной станции разреза, значения этих параметров более чем в два раза превышали наблюдавшиеся на других горизонтах и станциях, составляя 2842 кл/мл и 33,2 мгС/м³ соответственно. Заметно выше, чем на соседних станциях (810±102 и 481±61 кл/мл соответственно) было обилие гетеротрофных нанофлагеллят в верхнем 50-метровом слое в области влияния контурного течения.

Е. Г. Сахарова, Л. Г. Корнева
(Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия)
katya.sah@mail.ru, korneva@ibiw.yaroslavl.ru

СТРУКТУРА ПЛАНКТОННЫХ АЛЬГОЦЕНОЗОВ ЭКОТОННЫХ ЗОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Экотонные зоны играют большую роль в формировании и сохранении биологического разнообразия. Повышенная флуктуационная активность факторов среды переходных пространств способствует формированию в них сообществ, отличающихся особым составом, специфической структурой и механизмами устойчивости. В водохранилищах к таким зонам относят прибрежное мелководье и устьевые участки впадающих в них рек. Мелководья регулируют потоки вещества и энергии между водными и наземными биоценозами, они являются эффективными биофильтрами загрязняющих веществ, поступающих с водосбора. Обмен веществом, энергией, генетической информацией водохранилища и рек оказывает существенное влияние на структуру и функционирование водохранилища. Таким образом, процессы, происходящие в литоральной зоне и устьевых областях рек, во многом определяют функционирование водоема в целом. Цель работы – изучение особенностей структуры планктонных альгоценозов экотонных зон Рыбинского водохранилища.

В литоральной зоне материал отбирали в мае-сентябре 2009 г. и апреле-сентябре 2010 г. и в мае-июле 2011 г. на защищенном и открытом мелководье Волжского плеса Рыбинского водохранилища. Сбор проб фитопланктона в зоне свободного течения малого притока Рыбинского водохранилища (р. Ильдь), его устьевой области и на глубоководном участке водохранилища (напротив бывшего с. Коприно) проводили 1-2 раза в месяц с мая по октябрь 2009-2010 гг.

Всего в фитопланктоне мелководий было обнаружено 410 таксонов. Наибольшим таксономическим разнообразием отличались отделы Chlorophyta (зеленые) и Euglenophyta (эвгленовые): 51 и 15 % от общего количества таксонов соответственно. В составе фитопланктона защищенного мелководья выявлено 316 таксонов рангом ниже рода, из которых по видовому богатству также лидировали зеленые и эвгленовые водоросли (53 и 15%). В открытом мелководье зарегистрировано 198 таксонов. Наибольшее видовое богатство отмечено среди зеленых (49 %), диатомовых (16 %) и цианопрокариот (11 %) водорослей. В глубоководной части водохранилища обнаружено 170 таксонов рангом ниже рода. Состав флоры планктона Волжского плеса в целом определялся в основ-

ном представителями отделов Chlorophyta (52 %) и Bacillariophyta (21 %). В защищенном побережье формировался своеобразный альгопланктоценоз, где в общей биомассе доминировали фитофлагелляты: криптофитовые, динофитовые и эвгленовые водоросли. Важное ценозообразующее значение принадлежало также представителям бентоса и обрастаний. Сезонный ход биомассы участков открытого мелководья и глубоководной части водохранилища во многом был сходен и определялся преимущественно диатомовыми водорослями. Хотя в открытом побережье наблюдалось более интенсивное развитие зеленых, криптофитовых и динофлагеллят.

В зоне устьевой области р. Ильдъ зарегистрированы максимальные величины численности и биомассы фитопланктона, а также показателей его видового богатства. Основу биомассы фитопланктона устьевой области составляли главным образом криптофитовые и диатомовые водоросли с высоким вкладом цианопрокариот (в основном во фронтальной зоне). В водохранилище и в зоне свободного течения реки биомасса фитопланктона формировалась в основном диатомовыми. Исключение наблюдалась осенью, когда доминировал из цианопрокариот *Aphanizomenon flos-aquae*, а в реке был отмечен максимум развития синуровых водорослей.

Увеличение флористического богатства и обилия фитопланктона в литоральной зоне и в устьевой области реки свидетельствует о проявлении «краевого эффекта». Для изученных альгоценозов экотонных зон был характерен высокий вклад жгутиковых миксотрофных водорослей, обитающих в водах с высоким уровнем трофии.

Д. О. Сологуб

(Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия)

sologub@vniro.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ МИГРАЦИИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*) В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ

Антарктический криль (*Euphausia superba*) – один из важнейших компонентов антарктической экосистемы. Начиная с 60-х годов, запасы антарктического криля эксплуатируются промыслом. Наибольшей численности криль достигает в Атлантическом секторе Антарктики. По мнению большинства исследователей, горизонтальные миграции антарктического криля носят пассивный характер. В связи с этим, современные представления о горизонтальных миграциях криля основаны преимущественно на данных по распределению различных модификаций водных масс и направлении основных течений. В тоже время, сезонные особенности горизонтальных миграций криля, а также интенсивность обмена особями между подрайонами Атлантического сектора остаются слабоизученными.

Рассматривается распределение размерно-возрастных групп антарктического криля в Атлантическом секторе Антарктики по литературным данным, а так же по результатам исследований, выполненных автором в подрайоне 48.2 (Южные Оркнейские острова) в промысловые сезоны 2008/09 г., 2009/10 г. и в подрайоне 48.1 (Антарктический полуостров) в сезон 2010/11 г. Кроме того, рассматривается сезонная динамика распределения и плотности промысловых скоплений криля в подрайонах 48.1, 48.2 и 48.3 (подрайон Остров Южная Георгия) по данным промысловой статистики и научного наблюдения на промысле.

Личинки антарктического криля, появляющиеся в январе-марте в океанических участках подрайона 48.1 и 48.2, образуют плотные скопления (до 67000 экз./м²) и дрейфуют с потоком вод Антарктического Циркумполярного течения (АЦТ) в восточном направлении. Однако в океанических участках подрайонов 48.1 и 48.2 не наблюдается скоплений молоди антарктического криля (возраст 1+), которые могли бы явиться результатом развития личинок. Молодь криля в большом количестве обнаруживается на северо-западном шельфе Антарктического полуострова в течение всего сезона, а так же в водах АЦТ в восточной части подрайона 48.2 и 48.3 в сентябре-октябре. По-видимому, личинки антарктического криля, перемещающиеся с потоком вод АЦТ, дрейфуют через подрайоны 48.1 и 48.2, не задерживаясь, и оказываются восточнее Южных Оркнейских островов еще до завершения личиночного развития. В подрайоне 48.1 в пределах вод АЦТ личинки криля обнаруживаются вплоть до мая-июня. За 2-2,5 месяца скопления личинок антарктического криля преодолевают расстояние от 700 до 1000 км, при этом скорость дрейфа скоплений должна составлять около 0,1-0,2 м/с, что хорошо согласуется с литературными данными.

Распределение промысловых скоплений и уловов антарктического криля в промысловых подрайонах Атлантического сектора Антарктики показывает отчетливую сезонную динамику. В подрайонах 48.1-48.3 на протяжении 5-7 месяцев отмечается высокая плотность промысловых скоплений криля, после чего происходит резкое (в 10-20 раз) снижение плотности скоплений. Сезонные изменения плотности промысловых скоплений криля происходят последовательно в подрайонах 48.1-48.3 Атлантического сектора Антарктики.

Сопоставление результатов исследований распределения размерно-возрастных групп криля и сезонной динамики плотности скоплений позволяет сделать предположение о наличии сезонных волн миграций криля в Атлантическом секторе Антарктики. С начала антарктического лета происходит поступление криля с водами АЦТ в подрайон 48.1 из Тихоокеанского сектора Антарктики. В течение последующих 5-7 месяцев волна миграции последовательно проходит через подрайоны 48.1, 48.2 и 48.3. В период между волнами миграций численность антарктического криля остается на низком уровне.

Обсуждаются различные подходы к управлению запасом антарктического криля. В связи с наличием сезонных волн миграции и интенсивным обменом особями антарктического криля между промысловыми подрайонами Атлантического сектора Антарктики, рассматривается возможность введения сезонных ограничений промысла криля вместо действующих в настоящее время пространственных ограничений.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ В НАНО- И МИКРОПЛАНКТОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Основную биомассу ($\geq 70\%$) нано- и микропланктона Черного моря создает фитопланктон. По современным оценкам [Георгиева, 1993], основную численность и биомассу черноморского фитопланктона, в котором представлено более 700 видов и внутривидовых таксонов, создают диатомовые (Bacillariophyta), динофитовые (Dinophyta) водоросли и кокколитофориды (Haptophyta). Соотношение между основными таксономическими группами фитопланктона претерпевает регулярную временную и пространственную изменчивость. Последняя обусловлена комплексным действием абиотических факторов среды и биотическими взаимодействиями в планктоне. При изменении параметров среды, и прежде всего, таких как свет, температура, количество питательных веществ, а также изменении скорости выедания фитопланктона зоопланктоном происходит перестройка таксономической и размерной структуры фитопланктона, изменяется количество видов в пределах каждого таксона [Стельмах, Мансурова, 2012].

Важной частью микропланктона Черного моря является микрозоопланктон. В нем преобладают инфузории, флагелляты и науплии копепод [Мамаева, 1980; Туманцева, 1987; Копылов, Сажин, 1989].

Известно, что основным способом питания фитопланктона является фотосинтез. Однако результаты полевых исследований и эксперименты на культурах водорослей, свидетельствуют об их способности осуществлять не только фотосинтез, но и питаться фаготрофно. Так, в Черном море потребленные пищевые объекты были найдены в клетках фотосинтезирующих криптомонад, хризомонад и динофлагеллят [Моисеев, 1980; Копылов, Сажин, 1989; Копылов, Туманцева, 1991].

Микрозоопланктон питается преимущественно за счет фаготрофии. Во внутриклеточном содержимом черноморского микрозоопланктона были обнаружены микроводоросли, бактерии, детрит и зоофлагелляты. Однако основным источником пищи являются микроводоросли. Даже крупные их клетки (более 20 мкм) потребляются инфузориями и гетеротрофными динофлагеллятами. А некоторые представители микрозоопланктона, содержащие симбиотические хлоропласты, способны осуществлять не только фаготрофию, но и фотосинтез. Среди них инфузория *Mesodinium rubrum*, наиболее часто встречаемая в Черном море [Моисеев, 1980; Копылов, Сажин, 1989; Копылов, Туманцева, 1991].

Исследования, выполненные нами в 2005-2013 гг., показали, что в Черном море, также как и в других районах Мирового океана, микрозоопланктон является основным потребителем первичной продукции фитопланктона. Среднего-

довое потребление микрозоопланктоном первичной продукции в прибрежных поверхностных водах моря составило 65 %, в глубоководной области для периода с мая по ноябрь – в среднем 68 %. Для зоны фотосинтеза прибрежных и глубоководных районов моря этот показатель был равен в среднем 60 %.

О. А. Степанова

(Институт природо-технических
систем, Севастополь, Россия)

solar-ua@ya.ru

ЧЕРНОМОРСКИЕ АЛЬГОВИРУСЫ И ИХ КОНТАКТЫ С ГИДРОБИОНТАМИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УРОВНЕ

Вирусы гидросферы – наиболее многочисленная и малоизученная группа гидробионтов. Новые знания о вирусах водоемов являются основой для оценки стабильности гидроэкосистем, увеличивая предсказуемость воздействий глобальных изменений на биогеохимические процессы во всем Мировом Океане. Наибольший интерес вызывают альговирuses, регулирующие динамику численности фитопланктона, ответственного за первичное органическое вещество и циркуляцию CO₂ и O₂.

Поиск и изучение новых для науки черноморских альговирuses из проб морской воды, мидий и рыб проводится с 2002 г. Было изолировано свыше 200 вирусных вариантов к 6 видам морских микроводорослей – *Tetraselmis viridis* (TvV), *Dunaliella viridis* (DvV), *Phaeodactylum tricornutum* (PtV), *Prorocentrum pusillum* (PpV), *Isochrysis galbana* (IgV) и *Emiliana huxleyi* (EhV). Черноморские альговирuses отражают сезонность своих хозяев, имеют вид икосаэдров (размер 45-132 нм), для IgV и EhV выявлено наличие суперкапсида. В соответствии с «Gordon & Betty Moore Foundation Marine Phage, Virus & Virome Sequencing Project» (2009-2010 гг.) были изучены геномы трех черноморских альговирuses (G2351, G2352, G2353), информация о которых представлена в NCBI и CAMERA. Предварительный анализ свидетельствует как о сходстве с наиболее изученными представителями семейства Phycodnaviridae, так и об уникальности, выявляя космополитную комбинацию генов черноморских альговирuses.

Целью экспериментов было изучение контактов альговирuses с гидробионтами – с разными видами микроводорослей и с фильтрующими моллюсками. Были использованы черноморские альговирuses (личная коллекция автора) и мидии *Mytilus galloprovincialis*. Методической основой для выполненных работ явились авторские запатентованные методики и модельные эксперименты.

Для изучения контактов черноморских альговирuses (TvV, DvV, PtV, PpV, IgV, IgV, EhV) с разными видами микроводорослей были использованы культуры *T. viridis*, *D. viridis*, *P. tricornutum*, *P. pusillum*, *I. galbana*, *E. huxleyi*. Для TvV, DvV и PtV дополнительно были использованы культуры *Stichococcus ba-*

cillaris, *Dunaliella salina* и *Clorella vulgaris*. Культуры микроводорослей были получены из коллекции отдела экологической физиологии водорослей Института биологии южных морей.

Результаты экспериментов свидетельствовали об отсутствии у некоторых альговирусов строгой специфичности по отношению к индикаторной (использованной для их поиска и изоляции) водоросли. Иными словами для черноморских альговирусов были выявлены и другие хозяева.

По данным экспериментов стало известно, что TvV лизирует дополнительно и микроводоросль *D. viridis*, в то время как DvV вызывает лизис только индикаторной водоросли. IgV способен лизировать и микроводоросль *P. pusillum*. В свою очередь PpV лизирует *I. galbana*. EhV вызывает лизис культур микроводорослей *I. galbana* и *P. pusilla*, в то время как вирусы этих микроводорослей не лизируют культуру микроводоросли *E. huxleyi*. Таким образом, для 4-х из 6-ти видов черноморских альговирусов, помимо их индикаторных хозяев, были определены дополнительные хозяева. Наличие широкого круга хозяев увеличивает шансы вируса на выживание в природе, однако вовсе не указывает на морфологическое и генетическое сходство.

Впервые с помощью разработанных модельных экспериментов был изучен контакт черноморских альговирусов и мидии *Mytilus galloprovincialis*. Установлено, что утилизация (возможное усвоение и концентрация в органах) альговирусов из воды черноморской мидией *Mytilus galloprovincialis* составляет 70-99 %, причем эта величина зависела от продолжительности опыта и сложности морфологии вируса. Часть альговирусов, концентрируемая в организме фильтрующих моллюсков, возвращается в окружающую среду с фекалиями, транспортируясь на дно, где может быть использована бентофагами или диффундировать обратно в пелагиаль. Следовательно, мидии не только утилизируют вирусную составляющую, но и выполняют определенную роль в циркуляции вирусов, переводя их из пелагиали в бентосный биотоп.

С. А. Судник

(Калининградский государственный технический
университет, Калининград, Россия)

lanasudnik@mail.ru

СОЗРЕВАНИЕ САМОК ПЕЛАГИЧЕСКОЙ КРЕВЕТКИ *FUNCHALIA DANAЕ* BURKENROAD, 1940 (CRUSTACEA: DECAPODA: PENAEOIDEA)

Креветка *F. danae* Burkenroad, 1940 (сем. Penaeidae) известна из Индо-Вестпацифики и Атлантического океанов [Crosnier, Forest, 1973; <http://eol.org>]. Эпи-мезопелагический вид [Буруковский, 1991]. Длина карапакса 15,5-23,1 мм [Crosnier, Forest, 1973]. Не служит объектом промысла [The State of World..., 2014]; в уловах встречается единично, биология вида практически не изучена. Материал (10 особей) собран донным тралом в феврале 1976 г. в Восточной

Атлантике (07°21'-08°30' ю.ш., 11°50'-12°50' в.д.) над глубинами 500-1015 м в рейсе НИС «ФИОЛЕНТ». Фунхалий измеряли от основания глаз до конца тельсона (общая длина – ОД), с точностью до 1 мм. Стадии зрелости гонад оценивали по 5-балльной шкале, в основу которой положены изменения цвета и относительных размеров гонады [Буруковский, 1992]. ОД особей варьировалась от 64 до 78 мм, у 4 преднерестовых самок – 64-76 мм. 4 зрелых яичника фиксировали смесью 10 % формальдегида и ледяной уксусной кислоты (10:1), обрабатывали с помощью стандартных гистологических методик; срезы из передних, первых двух боковых и рудиментов задних отростков гонад окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну и суданом черным. Методика описания оогенеза [Буруковский, Судник, 2014]. Морфологически яичник *F. danae* отличается от такового у других пенеоидных видов – зарывающихся на шельфе или придонных креветок батиали. Переход к пелагическому образу жизни привел к уменьшению размеров гонады (сильно уменьшились ее задние отростки) и к уменьшению плодовитости [Буруковский, 1991]. По результатам изучения зрелых яичников описаны превителлогенные ооциты 2-й, 3-й (оформленный фолликул) и 6-й фаз развития и их взаимное расположение внутри гонады. Оогонии и младшие превителлогенные ооциты (1-й фазы развития), формирующие зону пролиферации (ЗП), не были обнаружены. Как у других пенеоидных, фаза зрелого ооцита (6-я фаза) характеризуется лакунизированным ядром и появлением крипта, у *F. danae* сливающихся между собой в конце фазы. В оогенезе *F. danae*, как и у других креветок сочетается период асинхронного развития ооцитов, заканчивающегося формированием фолликула, с периодом синхронного развития и созревания одной генерации ооцитов. Синтез эндогенного желтка до образования фолликула, как и у ряда пенеоидных креветок [Судник, 2008] не развит. Планы организации яичников пенеоидных и каридных креветок сходны. Расположение ооцитов в яичнике фунхалии, как и у многих мелкойцевых видов [Судник, 2008], послойное. В отличие от большой, расположенной вентромедиально ЗП у других видов Penaeoidea [Буруковский, Судник, 2006], для *F. danae* в связи с уменьшением плодовитости, характерна изначально меньшая ЗП. В зрелом яичнике она, еще уменьшаясь, может располагаться в его центральной, не охваченной срезами части. Не исключено также, что исследовались гонады самок, собирающихся нереститься предпоследний или последний раз в жизни. У фунхалии, как у других пенеоидных креветок, относительно мелкойцевых каридных нематокарцинид [Буруковский, Судник, 2014], в центре яичника, возможно, прилегая к ЗП, формируется полость для выведения зрелых ооцитов в яйцеводы во время нереста. Нерест у *F. danae*, как и у многих других креветок, единовременный и, как подавляющее большинство пенеоидных, она откладывает яйца в воду. Однако, в отличие от других видов надсем. Penaeoidea (придонных креветок батиали с плодовитостью до 1,3-1,5 миллионов ооцитов размером 0,15-0,35 мм, а также зарывающихся на шельфе (от 100 тысяч до 1,3 миллионов ооцитов, 0,2-0,44 мм), эпи-мезопелагическая *F. danae* откладывает в пелагиали сотни и первые тысячи ооциты размером до 0,68 мм. Это – креветка с чуть более развитой заботой о потомстве, что и формирует r-стратегию с тенденцией к K-стратегии (r-K-стратегию) [Судник, 2008].

ЗООПЛАНКТОН РЕФТИНСКОГО И ИСЕТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

В летний период 2014 г. нами проводились исследования зоопланктона на двух водоемах-охладителях Свердловской области – Исетском и Рефтинском. Исетское водохранилище (площадь 2358 га) – мелководный (средняя глубина 2,0 м, максимальная – 3,2 м), хорошо прогреваемый водоем, используется, как охладитель для Среднеуральской ГРЭС. Подпружено плотиной в 1825 г. Расположено в зоне южной тайги, относится к бассейну р. Исеть. Рефтинское водохранилище (площадь 2530 га) – глубоководный (средняя глубина 5,4 м, максимальная – 22,0 м) водоем, используется как охладитель Рефтинской ГРЭС. Образован на р. Рефт в 1968 г.

На современном этапе вода в Исетском водохранилище пресная, среднеминерализованная, мягкая, по водородному показателю нормальная. По соотношению между ионами относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. По сравнению с более ранними периодами исследований [Ярушина и др., 1983] наблюдается переход к более высокому трофическому статусу – эвтрофному. Также выявлено постепенное увеличение жесткости воды и ее минерализации. Вода Рефтинского водохранилища пресная, среднеминерализованная, мягкая, по водородному показателю нормальная. По соотношению ионов гидрокарбонатного класса преимущественно кальциево-магниевого группы. Водохранилище можно охарактеризовать как бета-мезосапробный водоем с незначительным превышением ПДК_{р/х} по БПК₅ и перманганатной окисляемости, вызванных естественными причинами – поступлением вод с повышенным содержанием гуминовых веществ с заболоченных участков.

Зоопланктон Исетского водохранилища в летний период 2014 г. характеризовался присутствием 10 видов, из которых 3 – Copepoda, 4 – Cladocera, 3 – Rotatoria.

Наибольшего развития зоопланктоценоз достигал в обогреваемой зоне, где отмечены самые высокие биомасса (до 2238,63 мг/м³) и численность (до 304280 экз./м³). Из выявленных здесь видов рачкового планктона и коловраток с большим преимуществом доминировали босминиды (*Eubosmina kessleri* Uljanin и *Bosmina longirostris* O. F. Muller), численность которых достигала 252000 экз./м³, а биомасса – 1982,46 мг/м³.

В зоопланктоне необогреваемой части водоема отмечено ярко выраженное снижение видового разнообразия от центральной зоны водоема (9 видов) к приплотинной (5), хотя количественные характеристики довольно стабильны (биомасса варьировала от 1068,46 до 1138,16 мг/м³). Доминантный комплекс представлен ветвистоусыми ракообразными представителями рода *Bosmina* и лишь в районе плотины к нему присоединились мелкие кладоцеры рода *Chydorus*.

В пробах, отобранных в районе сбросного канала, где отмечена аномально высокая температура воды (+27 °C), рачковый планктон носил явный угнетенный характер – численность не превышала 60761 экз./м³, а биомасса – 480,64 мг/м³, коловратки не обнаружены. Ведущая роль в зоопланктоценозе по-прежнему принадлежала ветвистоусым ракообразным рода *Bosmina*, их биомасса составляла 62 % от общей, а численность – 73 %.

На всей акватории необогреваемой части водохранилища доля веслоногих ракообразных составляла 13,6 %, ветвистоусых – 84,1 %, коловраток – 2,26 % от общей биомассы зоопланктона. По акватории обогреваемой части водохранилища веслоногие ракообразные составляли 11,2 %, ветвистоусые – 88,4 %, коловратки – 0,22 %.

В исследуемый период в зоопланктоне Рефтинского водохранилища отмечено 14 видов: *Copepoda* – 5, *Cladocera* – 6, *Rotatoria* – 3. В акватории необогреваемой части доминировали веслоногие ракообразные *Megacyclops viridis* Jurine (с биомассой до 5158,66 мг/м³), а в зоне, подверженной влиянию подогретых вод, теплолюбивые ветвистоусые *Daphnia cucullata* Sars (с биомассой до 2158,95 мг/м³). Представители коловраток существенной роли не играли и были отмечены преимущественно в верховье водохранилища (необогреваемая часть).

Пробы зоопланктона, отобранные в районе впадения «старого канала», характеризовались наименьшими количественными показателями: численность и биомасса не превышали 122667 экз./м³ и 2663,79 мг/м³ соответственно, а доминирующую роль в комплексе зоопланктона играли босмины (*E. kessleri*).

На всей акватории необогреваемой части Рефтинского водохранилища, в отличие от Исетского – веслоногие ракообразные составляли 69,2 %, ветвистоусые – 30 %, коловратки – 0,7 % от общей биомассы зоопланктона. По акватории обогреваемой части, так же, как и в Исетском водохранилище, доля веслоногих ракообразных составляла 35,9 %, ветвистоусых – 63,6 %, коловраток – 0,4 %.

Таким образом, полученные данные согласуются с результатами более ранних исследований Исетского [Козлова, 1964] и Рефтинского [Матюхин и др., 1989] водохранилищ, что свидетельствует о довольно стабильном состоянии в структуре и количественных характеристиках зоопланктона.

О. С. Тюкина

(Мурманский государственный технический
университет, Мурманск, Россия)
tyukinaos@mstu.edu.ru

СООБЩЕСТВА МИКРОФИТОПЛАНКТОНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013 Г.

Цель работы – исследование микрофитопланктонных сообществ Баренцева моря в летний период.

Пробы были отобраны в экспедиции «Арктический плавучий университет – 2013» на НИС «ПРОФЕССОР МОЛЧАНОВ» в июне 2013 г. с 32 станций. Пробы воды отбирали батометрами в слоях 0 м и пикноклин, фиксировали

формалином, концентрировали методом обратной фильтрации через мембранные фильтры с диаметром пор 2 мкм. Количественный анализ материала проводили в камерах Нажотта и Горяева объемами 0,01 и 0,0009 мл под световым микроскопом (при увеличении $\times 40-800$). Каждую пробу просматривали не менее трех-пяти раз. Линейные параметры клеток измеряли с помощью окуляр-микрометра. Биомассу фитопланктона вычисляли методом аппроксимации к простым геометрическим телам.

Комплекс планктонных микроводорослей был представлен четырьмя систематическими группами: *Dinophyta*, *Bacillariophyta*, *Chrysophyta* и *Euglenophyta*. В пробах было отмечено 47 достоверно различимых вида фитопланктона и 2 надвидовых таксона. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено у диатомовых водорослей (наиболее богато был представлен род *Thalassiosira*) – 62 % от общего количества достоверно различимых видов, и динофитовых водорослей (наиболее разнообразно был представлен род *Protoperidinium*) – 30 %. Золотистые и эвгленовые водоросли были представлены незначительно (6 и 2 % соответственно).

По фитогеографической принадлежности фитопланктон был представлен на 43 % аркто-бореальными, на 35 % – космополитными, на 9 % бореальными и 13 % с не определенной принадлежностью видами. В целом для баренцевоморского фитопланктона характерно преобладание аркто-бореальных и космополитных форм в разных соотношениях в зависимости от сезона.

По экологической принадлежности основу составляли неритические виды – 47 %. Доля панталассных видов – 15 %, океанических – 21 %, микрофитобентосных – 4 % и не определенных видов – 13 %. Такая картина в целом характерна для планктонных альгоценозов северных морей (60 % – неритические, океанические и панталассные – по 15 %).

Численность микропланктонных водорослей в слое 0 м варьировала от нескольких десятков кл./л (в районе Новоземельской банки) до 74 тыс. кл./л (в районах Центральной возвышенности и Земли Франца Иосифа). Среднее значение численности по станциям составило 5 тыс. кл./л. Численность в слое пикноклина варьировала от нескольких сотен кл./л (в районе Земли Франца Иосифа) до 63 тыс. кл./л (в районах Демидовской банки, Центральной возвышенности и о. Виктория). Среднее значение по станциям численности составило 9 тыс. кл./л.

Биомасса фитопланктонных организмов в слое 0 м изменялась от 2,5 мкг/л (северо-восточном районе) до 3,9 тыс. мкг/л (в западном районе). Среднее значение по станциям биомассы составило 537 мкг/л. Биомасса микрофитопланктона в слое пикноклина изменялась от 0,9 мкг/л (в районе Земли Франца Иосифа) до 3 тыс. мкг/л (в западном районе). Среднее значение по станциям биомассы составило 511 мкг/л.

ВЛИЯНИЕ ВОДРОСЛЕЙ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА НА ПОВЕДЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОГО СУММАРНОГО РАЦИОНА *NEOMYSIS INTEGER* LEACH, 1814

Массовые скопления водорослей (цветение) – одна из проблем, отмеченных в Вислинском заливе. В период цветения в прибрежной части залива *Neomysis integer* отсутствуют. Целью работы было изучение влияния скоплений водорослей различающейся плотности на поведение *Neomysis integer*. Одновременно решался вопрос о суточном потреблении пищи (без дифференцировки ее состава).

Эксперимент по изучению реакции мизид на изменение концентрации водорослей проведен в июне-июле 2012 г. на научной базе АО ИОРАН (Балтийская коса). Пробы мизид были взяты в прибрежной зоне Вислинского залива.

В прозрачные емкости ($v=3,5$ л) с водой из места сбора мизид вносили водоросли в количестве от до 8 г/л и помещали 10 одноразмерных мизид без учета пола.

Мизиды сохраняли нормальную двигательную активность (ДА) при концентрации водорослей 1-2 г/л, изменений в их поведении и летальности не отмечено. При концентрациях водорослей от 4 до 8 г/л ДА *Neomysis integer* прекращалась на третьи сутки опыта и после достижения максимальной ДА они погибали. Мизиды из группы с концентрацией водорослей 8 г/л в первые дни эксперимента снизили двигательную активность. На третьи сутки опыта перед гибелью кратковременно возникала максимальная ДА.

В лабиринт ($V=10$ л) с пятью отсеками помещали 100 одноразмерных особей. В отсеки добавляли измельченные в заливной воде водоросли: 1-3,5 г; 2-7 г; 3-14 г; 4-21 г гомогената водорослей; 5 – контроль. Отсеки открывались в пролет без перегородок, содержащий воду без гомогената. Мизиды в основном находились в пролете и в контрольном отсеке. Мизиды суетливо передвигались в ёмкости. Самые посещаемые отсеки в первые минуты эксперимента – контроль, и с гомогенатом водорослей 14 г и 21 г. По истечению 4-5 ч эксперимента мизиды агрегировались в пролете ближе к отсекам с концентрацией 3,5 г и контрольному с нулевой концентрацией. На протяжении всего времени эксперимента большее количество мизид находилось в контрольном отсеке и концентрировались в пролете, перемещаясь из отсека в отсек, выбирая участки с меньшим содержанием гомогената водорослей и задерживаясь там.

Результаты этих двух опытов позволяют предположить, что при выборе мест обитаний мизиды ориентируются не только по скоплению водорослей, затрудняющих их движение, но и на химический, возможно «токсический» состав метаболитов водорослей на данной акватории.

Кроме того, удалось рассчитать суточный рацион мизид в Вислинском заливе в летний период. Было подсчитано, что в среднем длина кишечника у *Neomysis integer* составляет 60 % от длины тела. Индивидуальные наблюдения за скоростью наполнения и опустошения кишечника мизид в течение суток свидетельствуют о том, что в среднем кишечник одной особи заполняется полностью 2,125 раза. По формулам [Гольд, 2013] был рассчитан суточный рацион мизид в Вислинском заливе, который в среднем составил $0,7 \times 10^{-2}$ г пищи для одной особи. Если в 2006 г. средняя численность *N. integer* составляла $21,54 \pm 2,79$ экз./м². Соответственно среднее потребление пищи мизидами под одним м² за сутки составило 0,152 г/м². В летний период биомасса фитопланктона в Вислинском заливе достигала 23 г/м³ [Науменко, 2010], а зоопланктона $1,3 \pm 1$ г/м³. Сравнение этих величин с потреблением планктона *N. integer* свидетельствует о том, что дефицита пищи у данного вида в Вислинском заливе не наблюдается и при количестве изымаемой мизидами пищи конкурентных отношений с рыбами-планктофагами возникнуть не может.

М. А. Шебанова

(Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр, Владивосток, Россия)
shebanova@tinro.ru

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ, СОМАТИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ ГИПЕРИИД В ОХОТСКОМ И БЕРИНГОВОМ МОРЯХ

В эпипелагиали Охотского и Берингова морей и в северо-западной части Тихого океана *Themisto pacifica*, *T. libellula* и *Primno macropa* являются массовыми видами гипериид. В планктонных сообществах Охотского и Берингова морей на их долю приходится от 3 до 10 % всей биомассы зоопланктона. Гиперииды вовлечены в основные пищевые цепи планктона и нектона. В пище гипериид встречаются копеподы, эвфаузииды, сагитты, личинки декапод и рыб. *T. pacifica*, *T. libellula*, *P. macropa* являются важными кормовыми объектами тихоокеанских лососей, минтая, сельди, мойвы, песчанки, молоди северного и южного одноперого терпуга, длинного круглопера, мраморного липариса, морского леща, серебрянки, японской скумбрии и кальмаров. В обоих морях продолжительность жизни у *T. pacifica* и *T. libellula* составляет два года, а у *P. macropa* – три. Прирост массы тела идет волнообразно, наибольший прирост у *T. pacifica* и *P. macropa* свойствен особям первого года жизни 7-10 мм, на втором году жизни максимальное увеличение массы отмечено у рачков 10-12 мм. У *T. libellula* на первом году жизни максимальный рост массы отмечается у рачков с длиной тела 10-15 мм, а на втором году у особей 20-30 мм. Рачки нерестятся два раза в жизни - на первом и на втором годах. Нерест длится с мая по октябрь с максимальной интенсивностью в июле. Продукция на единицу площади в Охотском и западной части Берингова морей самая высокая в летне-

осенний период. В это же время отмечены и высокие значения удельной суточной продукции и Р/В-коэффициента. Самые высокие показатели среднесезонной удельной суточной продукция и Р/В-коэффициента в Охотском море у *T. pacifica* – соответственно 0,041 и 14,67. Далее по мере убывания следуют *T. libellula* – 0,0273 и 6,62 и *P. macropa* – 0,0101 и 2,74. В Беринговом море на первом месте *T. pacifica* – 0,0492 и 13,28, далее следует *T. libellula* – 0,0361 и 6,49, замыкает ряд *P. macropa* 0,0094 и 1,702. Наиболее благоприятными для воспроизводства *T. pacifica* в Охотском море можно считать шельфовые воды прикурильского района, западной Камчатки и зал. Шелихова. Для *T. libellula* это воды зал. Шелихова и впадины ТИНРО, а для *P. macropa* – воды над впадиной ТИНРО и ионо-кашеваровского района. В Беринговом море такими районами для *T. pacifica* являются воды наваринского района и воды над олюторским свалом глубин, для *T. libellula* – воды северо-западной и восточной части Анадырского залива, а для *P. macropa* – воды восточной части Анадырского залива. Гиперииды составляют в среднем 30 % рациона, таких рыб как минтай, мезопелагические рыбы, дальневосточные лососи и др. Примерное потребление ими рассматриваемых видов гипериид за год составляет в Охотском море 13 млн т, в Беринговом – 12 млн т, что значительно ниже, чем продукция создаваемая этими видами. Гиперииды в Охотском море за год продуцируют 30,235 млн т органического вещества, а в западной части Берингова моря – 21,37 млн т.

Т. А. Щука, С. А. Щука

(Институт океанологии им. П. П. Ширшова

РАН, Москва, Россия)

t_pike@mail.ru

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТРУКТУРНЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БАТОМЕТРИЧЕСКОГО ЗООПЛАНКТОНА В ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ГДАНЬСКОГО БАССЕЙНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2003-2014 ГГ. В СВЯЗИ С КОЛЕБАНИЯМИ ТЕРМОХАЛИННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Развитие зоопланктона в Гданьской впадине Балтийского моря находится под существенным влиянием температуры и солёности, связанным, главным образом, с характером поступления североморских вод и объёмами речного стока. Таким образом, результаты многолетних регулярных исследований изменчивости зоопланктонного сообщества в центральной глубоководной части Гданьской впадины могут быть использованы как показатель реакции на прохождение климатического сигнала.

Основой исследований послужили материалы, собранные в глубоководной части района производственного экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» Кравцовского нефтяного месторождения в июле 2003-2014 гг.

Анализ данных гидрофизических исследований выявил тренд повышения температуры в поверхностных водах на 3 °С за 12 лет, в глубоких водах – на 0,3 °С и отрицательный тренд солёности в придонных водах – на 1,2 епс за 12 лет. Диапазон варьирования температуры в поверхностном слое составлял от 14,9 до 21,8 °С, в придонном – от 4,5 до 7,8 °С. Наиболее тёплыми оказались 2005, 2010 и 2014 гг. Предельные значения солёности составляли в поверхностных водах от 6,8 до 7,3 епс, на придонных горизонтах – от 11,1 до 13,4 епс.

Поскольку численность и активность морских планктонных популяций в значительной мере определяется комплексом гидролого-гидрохимических параметров, основное внимание в работе было уделено поиску корреляционных и регрессионных зависимостей между изменением количественных и структурных характеристик зоопланктонного сообщества и динамикой термохалинного режима.

Пробы зоопланктона отбирали 30-литровым батометром «Hydrobios» с фильтрацией через сито с размером ячеек 85-100 мкм для наиболее полного, по сравнению с сетным, учёта преобладающего в Балтике мелкоразмерного зоопланктона. Общие значения численности и биомассы зоопланктона в июле 2003-2014 гг. значительно варьировали от 15,9 до 50,8 тыс. экз./м³ и от 312 до 1143 мг/м³, соответственно. Наибольшие значения численности и биомассы были определены в тёплые годы (2005, 2014). Аномально продолжительная высокая температура и низкая солёность в 2010 г. не вызвала резкого роста зоопланктона в открытых водах, а вызвала вспышку численности зоопланктона только в сопредельных прибрежных водах за счёт развития термофильной мелкоразмерной фракции. Основу сообщества зоопланктона в глубоководном районе составляли Copepoda – доля их численности изменялась от 42,7 до 95,8 %, относительная биомасса варьировала от 82,0 до 98,4 % от суммарных значений. Именно это группа определяла характер изменчивости зоопланктона. Рассмотрено влияние термохалинных условий на изменчивость численности и биомассы коловраток, кладоцер, отдельных видов копепод. Выявлена положительная корреляция численности *Temora longicornis* с ростом придонной температуры и количественных характеристик копепод *Acartia* spp., *Centropages hamatus*, *Eurytemora affinis hirundoides* и коловраток с величинами поверхностной температуры. Показано увеличение значения *Pseudocalanus minutus elongates* и *Acartia longiremis* и периодическое появление *Oithona similis* в относительно холодные годы с высокой солёностью. Показано, что морской вид *O. similis* может служить индикатором вторжения североморских вод, а рост численности солоноватоводного *E. affinis hirundoides* – указывать на приток пресных вод в Гданьский бассейн.

Выявленная изменчивость характеристик зоопланктона в зависимости от термохалинных условий показала, что ожидаемые климатические изменения в юго-восточной части Балтийского моря приведут к сдвигам, возможно, существенным, в распространении, по крайней мере, stenothermic и stenohaline видов, а также мелкоразмерных видов с коротким циклом развития.

O. S. Tyukina^{1, 2}, A. V. Dolgov², V. N. Nesterova², D. M. Martynova^{3, 4}

⁽¹⁾Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia;

⁽²⁾Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries
and Oceanography, Murmansk, Russia;

⁽³⁾White Sea Biological Station, Zoological Institute,
RA S, St. Petersburg, Russia;

⁽⁴⁾National Park «Russian Arctic», Archangel, Russia)
olga_17tuk@mail.ru, daria.martynova@gmail.com

BIODIVERSITY OF PHYTO- AND ZOOPLANKTON OF FRANZ JOSEF LAND

Plankton communities of the Arctic Ocean are studied scarcely because of the weather conditions of this area and military presence during the Soviet period. In Franz Josef Land Archipelago, scientific cruises were performed rarely. Since 1873 (geographical opening), only few studies of the plankton communities were performed: «SEDOV» icebreaker expedition in 1929, several cruises in 1950-1970s [Goryunova, Shuvalov, 1955; Shuvalov, Pavshchikov, 1970; Stromberg, 1980] PINRO and MMBI expeditions in 2000s. Most of them covered the outer areas of the Archipelago, and a very few focused on the inner straits.

In 2013, the joint expedition of National Park «Russian Arctic» (Russia) and National Geographic Society (the USA) was performed within the framework of the project «Pristine Seas». Twenty-two stations (hydrological profiling, phyto- and zooplankton sampling) were successfully fulfilled. The historical study period of this area was divided for two large parts: before 1993 (the most detailed study performed in early 1990s by MMBI) and after 1993 (no taxonomic review).

Before 1993, only 18 phytoplankton species were registered, they belonged to three classes: Bacillariophyceae, Dinophyceae, and Chrysophyceae. In 2007, the list expanded to 63 species, but the study was performed in Franz Victoria Trough. In 2013, at least 58 species were registered, but the full list is still under development. For the first time, in 2013 the representatives of 8 classes of microalgae were found. Only half of the species was common to the previous lists. We registered *Biddulphia aurita*, *Paralia sulcata*, *Pleurosigma* sp., *Thalassiosira hyalina*, *Th. pseudonana*, *Coscinodiscus* sp. (Bacillariophyceae); *Alexandrium tamarense*, *Amphidinium crissum*, *Ceratium furca*, *Dinophysis arctica*, *D. norvegica*, *Prorocentrum* sp., *Protoperdinium breve*, *P. conicoides*, *P. conicum*, *P. decipiens*, *P. depressum*, *P. monacanthus*, *P. ovatum*, *P. pallidum*, *P. pentagonum* (Dinophyceae); *Meringosphaera tenerrima* (Chrysophyceae); and five classes of marine flagellates: Cryptophyceae (*Leucocryptos marina*), Euglenophyceae (*Euglena acusformis*, *Eutreptia globulifera*), Prymnesiophyceae (*Phaeocystis pouchetii*), Prasinophyceae (*Pterosperma marginatum*, *P. vanhoeffenii*) and Raphidophyceae (*Heterosigma* sp.).

Seventeen copepod species were registered before 1993; in 2013, they were 19 species. However, only 13 species were common for both periods: *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Pseudocalanus minutus* (= *elongatus*), *Microcalanus pygmaeus*, *Chiridius obtusifrons*, *Gaidius tenuispinus*, *Pareuchaeta*

norvegica, *Metridia longa*, *Scolecithricella minor*, *Oithona similis*, *O. atlantica* and *Triconia* (= *Oncaea*) *borealis*. In 2013, six new species were registered: *Heterorhabdus norvegicus*, *Gaidius brevispinus*, *Pleuromamma robusta*, *Acartia* sp., *Metridia lucens* and *Centropages hamatus*. Four species, *Pareuchaeta glacialis*, *Xanthocalanus hitripes*, *Oithona nana*, and *Aetideopsis rostrata*, found before 1993, weren't found in 2013.

These differences can be either referred to the poor dataset or to the climatic changes. Scarce information led us proposing again the absolute necessity of the monitoring studies in order to depict a real pattern of the changes (or their absence) in the Arctic ecosystems.

Секция 3: ПЛАНКТОННЫЕ ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ ВОДОЕМА

Е. В. Ануфриева, Н. В. Шадрин

(Институт биологии южных морей, Севастополь, Россия)

[lena_anufriieva@mail.ru](mailto:lana_anufriieva@mail.ru)

ВСЕЛЕНЦЫ – ПРЕДСТАВИТЕЛИ CYCLOPOIDA В ПЛАНКТОНЕ ВОДОЕМОВ МИРА: КРАТКИЙ ОБЗОР

Виды-вселенцы, стали причиной многих современных изменений структуры и функционирования водных экосистем. Вселенцы могут приводить к существенным нарушениям функций и услуг экосистем, от которых зависит существование и экономическая деятельность людей. Этим и объясняется растущий интерес к проблеме. К настоящему времени отмечено достаточно много видов циклопоидных копепод в планктоне морских и пресноводных водоемов. Вместе с тем нет ни одного их обзора, глубокого анализа путей и факторов их распространения, воздействия на планктонные экосистемы-реципиенты. Cyclopoida является группой Copepoda, представители которой обитают в разнообразных водных биотопах – от пресных до гиперсоленых. Их присутствие отмечено в водоемах Крыма и Китая даже при солености выше 200 г/л. Циклопоидные копеподы весьма разнообразны, многочисленны и играют важную роль, как в морских, так и в континентальных водоемах. В данном сообщении авторы делают попытку обобщения собственных и литературных данных. Инвазионные виды Cyclopoida обнаружены в морских и/или внутренних водах всех континентов, исключая Антарктиду (общий список приводится). Показано, что распространение инвазионных видов Cyclopoida в новые регионы происходит как благодаря природным факторам (птицы, ветер), так и за счет антропогенной деятельности. Многие виды характеризуются высокой толерантностью к факторам среды и способностью длительно находиться в «спящем» состоянии на разных стадиях развития. Это и позволяет им пассивно распространяться на большие расстояния. Как известно, возможность успешного вселения в новое местообитание зависит не только от физиологических/экологических особенностей вселенца, возможностей его попадания туда, но и от «иммунитета» экосистемы, в которую он вторгается. Экосистемы с низким видовым разнообразием, дестабилизированные или новые, имеют очень низкую экологическую устойчивость к вселенцам. К числу наиболее эффективных вселенцев среди Cyclopoida относятся представители рода Mesocyclops. В частности, восточно-азиатский вид *M. pehpeiensis* (Hu, 1943) в последние годы вселился в Европу, Африку, Северную и Южную Америку. *M. pehpeiensis*, как и многие другие циклопы, является хищником. Показано, что он может влиять на численность и видовой состав своих жертв – ветвистоусых рачков, коловраток и личинок двукрылых насекомых, существенно меняя биоти-

ческую структуру зоопланктона. Среди морских циклопов-вселенцев, вероятно, наиболее успешным является *Oithona davisae* Ferrari et Orsi, 1984. Вид был впервые встречен в Черном море в 2001 г., а в настоящее время временами превышает 90 % общей численности копепод в планктоне. *O. davisae*, исходно являясь обитателем прибрежных вод Восточной Азии, скорее всего, попала в Черное море благодаря судоходству. Все накопленные данные позволяют сделать вывод, что необходимо уделять больше внимания изучению видового состава Cyclopoidea в разных водоемах, в частности, и в связи с проблемой биологических инвазий представителей этой группы копепод.

О. С. Бойкова, Н. М. Коровчинский
(Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия)
oboikova@yandex.ru, nmkor@yandex.ru

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ РАЧКОВОГО ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА ГЛУБОКОГО (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Мезотрофное оз. Глубокое расположено в Рузском районе Московской области (площадь – 59,3 га, максимальная глубина – 32 м, средняя глубина – 9,3 м). С 1891 г. на его берегу работает гидробиологическая станция.

В 1963-1965 гг. на водосборе озера были проведены гидромелиоративные работы, в результате которых значительная часть стока, минуя озеро, стала отводиться в р. Малая Истра. Это привело к сокращению поступления в озеро гуминовых веществ, снижению цветности воды, увеличению прозрачности и улучшению кислородного режима в гипolimнионе.

Увеличение прозрачности привело к 10-кратному увеличению площади зарослей прибрежной растительности и увеличению вдвое протяженности эвфотической зоны. При этом уровень продукционных процессов в пелагиали существенно не изменился, так как увеличилась численность мало продуктивных крупных водорослей.

Изучение зоопланктона оз. Глубокое началось в 1869 г. До мелиорации основной комплекс пелагических рачков был представлен следующими видами: *Eudiaptomus graciloides* Lill., *Mesocyclops leuckarti* Claus, *Cyclops strenuus* Fischer s. l., *Daphnia cucullata* Sars, *D. hyalina* Leydig, *D. cristata* Sars, *Bosmina longirostris* (O. F. M.), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Leptodora kindtii* (Focke) [Щербаков, 1967]. Дальнейшие исследования показали, что в действительности в озере обитали два вида босмин (*B. longirostris* и *B. coregoni* Baird). Доминировали *E. graciloides*, *B. coregoni* и *D. brachyurum*.

После проведения мелиорации доминанты остались прежними, но возросло относительное обилие диафанозомы, из состава планктона исчез массовый вид *Mesocyclops leuckarti*, произошло вселение нового вида дафний (*Daphnia galeata* Sars) и его последующая гибридизация с аборигенными видами [Коровчинский, 1997]. В результате к концу 80-х годов прошлого века упала числен-

ность прежде массового вида *D. cucullata*, а в начале 90-х он был полностью вытеснен. Тогда же резко снизили численность и практически исчезли из пелагиали семипелагические виды: *C. pulchella*, *B. longirostris*, за исключением *Chydorus sphaericus* (О. Ф. М.). Последний вид, как и прибрежный *Polyphemus pediculus* (L.), впервые был обнаружен в центральной части озера в начале 70-х годов, а в конце августа - сентябре 1977 г. впервые наблюдали его массовое развитие в пелагиали.

Период 1993-2003 гг. отличался постепенным снижением численности ракообразных (с 45,0 экз./л в 1992 г. до 9,9 экз./л в 2003 г. в среднем для лета), которое затронуло практически все виды. Численность *D. galeata* не восстановилась до настоящего времени. В то же время вновь стали регулярно встречаться *D. cucullata*, *C. pulchella*, *B. longirostris*. *Ch. sphaericus* продолжал сохранять заметную численность, и в некоторые годы в конце августа - сентябре его доля могла достигать 30 % от общей численности рачков.

В 2004-2014 гг. численность ракообразных возросла, ее максимум отмечен в 2007 г. (64,0 экз./л в среднем для лета). В июне 2008 г. необычно многочисленной стала *B. longirostris* (36,8 %), опередившая по численности *B. coregoni* (6,7 %). В 2010 г. при низкой численности босмин (1,6 % в среднем для лета) и высокой температуре воды, достигавшей 29 °С, значительно возросла численность гибридов *D. galeata* x *D. cucullata* и *D. hyalina* (11,0 и 10,7 % в среднем для лета соответственно). В июне - начале июля 2013 г., когда суммарная численность дафний, кроме *D. cristata*, оказалась очень низкой (1,7 %), резко возросла численность *C. pulchella* (до 20,5 %). Доля *Ch. sphaericus* в эти годы была невысокой, за исключением августа жаркого 2010 г. (7,4 %).

Изменения состава зоопланктона обсуждаются в связи с изменениями климатических и биотических факторов.

А. Ш. Гасанова¹, К. М. Гусейнов¹, М. К. Гусейнов²
(¹Прикаспийский институт биологических ресурсов,
Дагестанский научный центр РАН, Махачкала, Россия;
²Дагестанский государственный университет,
факультет ИиИТ, Махачкала, Россия)
kais61@mail.ru

ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА РОССИЙСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Общеизвестно, что биологические сообщества Каспия в настоящее время испытывают усиленную антропогенную нагрузку, которая, в сочетании с естественным изменением климата, привела к трансформации автохтонной биоты водоема. Применительно к ситуации в Каспийском море, острота проблемы обусловлена изолированностью водоема, качественной бедностью флоры и фауны.

В конце 90-х годов прошлого века в водах Каспия был обнаружен аутакк-лиматизант пелагический хищник гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz). Отсутствие естественных хищников и паразитов способствовало его интенсивному развитию и широкому распространению.

Прямым объектом хищничества мнемииопсиса в Каспии стало сообщество зоопланктона, которое за годы присутствия гребневика утратила свой традиционный летний максимум. Так, в августе 2001 г. в акватории западной части Среднего Каспия нами наблюдалось массовое развитие популяции мнемииопсиса, что привело к сокращению качественных и количественных показателей сообщества зоопланктона более чем на 90 %. Было встречено только 7 видов и форм зоопланктона, из которых более 55 % являются личинками или молодью планктоно-бентических организмов. Полностью отсутствовали ветвистоусые рачки и многие коловратки. Из копепод был отмечен только *Limnocalanus grimaldii* и азово-черноморский вселенец 80-х годов *Acartia clausi*. Доминирующие виды зоопланктона *Euritemora grimmeri*, *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch в сборах вообще отсутствовали. Гребневик встречался от прибрежных мелководных зон до максимальных глубин, причем более 70 % популяции составляли особи размером менее 5 мм. Численность этой размерной группы в некоторых районах, в частности у устья р. Сулак на глубине 8 м, достигала 3000 экз./м³, при биомассе более 850 г/м³. В целом, по акватории, средняя биомасса гребневика в августе 2001 г. составляла 209 г/м³.

Трофический пресс гребневика способствовал возрастанию флористического разнообразия фитопланктона. За весь период наших исследований (2001-2008 гг.) в акватории российского сектора Каспия было зарегистрировано 137 видов фитопланктона, в т. ч.: в августе 2001 г. в акватории дагестанского сектора Каспия нами был зарегистрирован 71 вид фитопланктона, в 2006 г. в акваториях Кизлярского и Сулакского заливов – 34 и 25 видов, соответственно, на прибрежных мелководьях российского сектора Каспийского моря – 58 видов, в 2007 г. в акватории западной части Северного Каспия – 73 вида, в 2008 г. в мористой части российского сектора Каспия – 87 видов, в т. ч.: в западной части Северного Каспия – 51 вид, в российском секторе Среднего Каспия – 71 вид. Для сравнения, в «догребневиковые» годы, в 1976 г. наблюдалась вегетация 62 видов планктонных микроводорослей, в 1983 г. (в период увеличения волжского стока и распреснения акватории) лишь 37 видов.

Вследствие выедания зоопланктона мнемииопсисом, в планктоне сохраняются кормовые мелкоклоточные виды фитопланктона. Регистрировались высокие количественные показатели сообщества фитопланктона. В 2001 г. средняя биомасса фитопланктона в акватории западной части Среднего Каспия превышала 2 г/м³, достигая на отдельных станциях почти 16 г/м³.

Многолетние данные по динамике популяции гребневика свидетельствуют о больших межгодовых различиях в ходе изменения его количественных показателей. По нашим данным, в 2008 г. наблюдалось значительное уменьшение количественных показателей гребневика, средняя биомасса которого, по сравнению с этим же периодом 2001 г., снизилась в 14,5 раз и составила 14,4 г/м³.

Снижение количественных показателей мнемииописа в августе 2008, 2010, 2012 гг. привело к увеличению средней биомассы зоопланктона лишь в 1,7 раз при абсолютном доминировании аутакклиматизанта 2000 г. *Acartia tonsa*, которая определяла численность и биомассу всего зоопланктона.

А. В. Долгов, И. П. Прокончук, А. С. Гордеева, А. С. Орлова
(Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного
хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, Мурманск, Россия)
dolgov@pinro.ru

ЛИЧИНКИ ИНВАЗИЙНОГО КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В ПЛАНКТОНЕ БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ

В конце 2000-х годов в Баренцевом море был обнаружен новый инвазийный вид крабов – краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio*. В 2012 г. личинки этого вида (стадия Мегалора) были обнаружены в планктоне в Баренцевом море, а в 2013 г. – в южной части Карского моря. Плотность распределения этого вида по данным уловов притральной сети в осенний период (октябрь) составляла от 2 до 40 особей на 1000 м³.

В работе приводятся данные о распределении и численности личинок краба-стригуна опилио в планктонных сообществах Баренцева и Карского морей, а также обсуждаются возможные пути проникновения этого вида в новый район обитания, возможные сроки и места размножения и другие вопросы его воспроизводства.

М. Ю. Ильин, Г. В. Шурганова, В. С. Жихарев, И. А. Кудрин
(Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия)
maxim_ilin@list.ru

РОЛЬ ВИДА-ВСЕЛЕНЦА *KEL LICOTTIA BOSTONIENSIS* (ROUSSELET, 1908) В ВИДОВОЙ СТРУКТУРЕ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ОЗЕРА ЧАРСКОЕ И РЕКИ ЧАРА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Стремительно распространяющийся в водоемах Европы и России [Лазарева, Жданова, 2014] североамериканский вид *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) был обнаружен в Нижегородской области: в озерах запада и юго-запада региона [Баянов, 2014], а также в среднем течении реки Керженец в районе ГПБЗ «Керженский» [Ильин, Шурганова, Кудрин, 2014].

Озеро Чарское – крупный карстовый водоем, расположенный в юго-западной части Нижегородской области (Ардатовский район), имеет площадь 31,2 га и максимальную глубину 16 м. Гидрологический режим озера уникален. Озеро имеет связь с подземными карстовыми полостями, куда в отдельные годы уходит значительная часть воды, и водоем заметно мелеет. Озеро формирует р. Чара, которая относится к типу малых рек.

Зоопланктон озера исследовался впервые. Целью работы было выделение зоопланктонных сообществ озера Чарского и реки Чара и характеристика их видовой структуры, а также оценка роли североамериканского вида-вселенца *K. bostoniensis* в видовой структуре этих сообществ.

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, отобранные на оз. Чарское и р. Чара в первой декаде июля 2014 г. Сбор и обработку материала проводили согласно общепринятым в гидробиологических исследованиях методам [Методические рекомендации..., 1982]. Для характеристики пространственного размещения и сходства видовой структуры зоопланктона использовался метод многомерного векторного анализа [Шурганова, Черепенников, Артельный, 2007]. Для оценки доминирования применялся индекс Ковнацкого-Паляя [Баканов, 1987].

В результате исследований было установлено, что видовое богатство оз. Чарское и р. Чара было представлено 66 видами (Rotifera – 29, Cladocera – 31, Сорепода – 6) зоопланктона.

Были выделены три дискретные области, занятые существенно различающимися по видовой структуре сообществами зоопланктона. Первое сообщество занимало акваторию реки Чара (на участке до впадения в озеро), и характеризовалось наличием 30 видов и численностью зоопланктона – $84,7 \pm 22,7$ тыс. экз./м³ с подавляющим доминированием коловратки *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892) – 74,9 %. Видовая структура зоопланктона обследованной акватории р. Чара оценивалась высокой степенью сходства видовой структуры ($\cos \alpha = 0,92-0,97$).

Второе сообщество, расположенное на акватории оз. Чарское, определялось большей гетерогенностью видовой структуры по сравнению с первым сообществом ($\cos \alpha = 0,72-0,99$). Видовое богатство было представлено 34 видами, а численность зоопланктона – $138,0 \pm 23,7$ тыс. экз./м³. Здесь доминировали коловратка *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879) – 33,2 %, а также науплиальные и копеподитные стадии веслоногих ракообразных. Вид-вселенец *K. bostoniensis* был в числе субдоминантов первого порядка с численностью $8,8 \pm 4,0$ тыс. экз./м³ (4,1 %).

Третье сообщество – переходное между речным и озерным – характеризовалось очень высоким сходством видовой структуры ($\cos \alpha = 0,99$). Видовое богатство было представлено 32 видами, а численность зоопланктона – $53,6 \pm 23,9$ тыс. экз./м³ при подавляющем доминировании науплиальных стадии веслоногих ракообразных – 63,6 %. Вид *K. longispina* был в числе субдоминантов первого порядка – 4,2 %, а инвазивный вид *K. bostoniensis* в числе субдоминантов второго порядка – $0,2 \pm 0,1$ тыс. экз./м³ (0,4 %).

Таким образом, впервые отмеченный для данного озера, вид-вселенец *K. bostoniensis* играл незначительную роль в видовой структуре зоопланктона озерного сообщества, в отличие от аборигенного вида *K. longispina*, который выступал в роли доминанта в этом сообществе. В гораздо меньшей степени вид-вселенец был представлен в переходном и полностью отсутствовал в речном сообществе. В результате исследования было подтверждено широкое распространение вида-вселенца *K. bostoniensis* в разнотипных озерах юго-запада Нижегородской области.

Е. Н. Науменко
(Калининградский государственный технический
университет, Калининград, Россия)
elena.naumenko@gmail.com

**СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА
ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ВСЕЛЕНЦА *CERCOPAGIS
PENGOI* (OSTROUMOV, 1891) В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ
ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

С момента вселения *C. pengoi* в Вислинский залив прошло около 15 лет. Вид впервые был зарегистрирован в заливе в августе 1999 г., куда был занесен с нагонными течениями из Балтийского моря. Вид успешно натурализовался и стал постоянно отмечаться в пробах зоопланктона с мая по июль-август. Численность рачков в период вселения составила 312 экз./м³. Популяция была представлена особями с длиной тела от 0,75 до 2,50 мм. Основу популяции (более 50 % ее численности) составляли ювенильные особи. Количество гамогенетических самок было невелико – около 1 % от общей численности популяции; большинство самок имели по 1 зимнему, покоящемуся яйцу. Численность самцов была примерно такой же, как и гамогенетических самок [Науменко, Телеш, 2008]. Размеры рачков в Вислинском заливе несколько выше, чем в других водоемах-реципиентах. Рачки из Каспийского моря – 1,73 мм, в оз. Онтарио – 1,45 мм [Алимов и др., 2004].

Половая зрелость у *C. pengoi* в Вислинском заливе наступала при длине самок 1,00-1,25 мм. Максимальное количество яиц (25 шт.) отмечено у самок размерной группы 2,00-2,50 мм, минимальная плодовитость – одно яйцо. Плодовитость *C. pengoi* в Каспийском море составляет 13-20 яиц на партеногенетическую самку [Крылов и др., 2004].

В многолетней динамике численности максимальные значения вида отмечены в 2000 и 2010 гг. и составили 207 и 226 экз./м³ соответственно. Минимальные значения численности зафиксированы в 2009, 2011 и 2013 гг. – около 70 экз./м³. Максимальные значения численности соответствовали диапазону средней за май-июль температуре воды от 18 до 19,5 °С.

Таким образом, в ходе натурализации *C. pengoi* в Вислинском заливе произошли изменения морфологических показателей вида по сравнению с ареалом, что видимо, определялось приспособлением к новым экологическим условиям.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 15-29-02706.

Е. Н. Наumenко, А. Ю. Ушакова
(Калининградский государственный технический
университет, Калининград, Россия)
elenan.naumenko@gmail.com, alex.ushakowa@gmail.com

ЗНАЧЕНИЕ ВИДА-ВСЕЛЕНЦА *CERCOPAGIS PENGOT* (OSTROUMOV, 1991) В ПИТАНИИ МОЛОДИ РЫБ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Вислинский залив – высокопродуктивный рыбохозяйственный водоём. В нем обитает 54 вида рыб и круглоротых [Кейда, 2004]. Главными промысловыми видами являются балтийская сельдь (салака) (*Clupea harengus membras* L.), (*Abramis brama* (Linne)), судак (*Sander lucioperca* (Linne)), чехонь (*Pelecus cultratus* (L.)) и угорь (*Anguilla anguilla* (Linne)).

В летний период вся молодь рыб, в т. ч. и молодь балтийской сельди, питается зоопланктоном [Янченко, 1992]. Основными кормовыми объектами являются веслоногие ракообразные (*Eurytemora affinis* Poppe, *Cyclops strenuus* Fischer), коловратки (*Keratella quadrata* (O. F. Muller), *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Asplanchna priodonta* Gosse), ветвистоусые ракообразные (*Eubosmina coregoni* (Baird), *Daphnia longispina* (O. F. Muller), *Leptodora kindtii* (Focke)).

После вселения в Вислинский залив крупного хищного вида ветвистоусых ракообразных *Cercopagis pengoi*, произошли изменения в структуре сообщества зоопланктона [Наumenко, Телеш, 2008]. Однако возможность использования в пищу этого вида молодью рыб залива оставалась неизученной.

Целью данной работы было изучение спектров питания молоди рыб Вислинского залива в весенне-летний период и роль *C. pengoi* в качестве кормового объекта.

Пробы на питание отбирали с помощью опытного пелагического трала с постоянным раскрытием 1,5 м x 3,0 м с ячейей в кутке 0,5 мм. Фиксация проводили 4 % формалином. Обработку желудочно-кишечных трактов (ЖКТ) осуществляли групповым методом [Методическое пособие по изучению питания ..., 1974]. Было вскрыто 185 ЖКТ сеголетков рыб, из них салаки – 135 экз. (средняя длина 3,1 см), окуня – 39 экз. (средняя длина 2,4 см), судака – 4 экз. (средняя длина 2,9 см) и снетка – 7 экз. (средняя длина 2,8 см).

В ЖКТ этих рыб было обнаружены следующие виды планктонных организмов: *E. affinis*, *C. strenuus*, *K. quadrata*, *B. calyciflorus*, *A. priodonta*, *E. coregoni* и *C. pengoi*. Наибольшее количество *C. pengoi* было обнаружено у сеголетков балтийской сельди (салаки), в среднем в одном ЖКТ которой было обнаружено 15 хвостовых придатков рачков. У остальных видов рыб обнаружено лишь единичные экземпляры *C. pengoi*.

Таким образом, исследования показали, что *C. pengoi* занял свое место в сообществе зоопланктона Вислинского залива и, что особенно важно, стал компонентом кормовой базы молоди рыб. В то же время остается вопрос о физиологической реакции сеголетков на не переваренные хвостовые придатки церкопагисов.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 15-29-02706.

Е. К. Ланге
(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П. П. Ширшова РАН, Калининград, Россия)
evlange@gmail.com

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ
ACTINOCYCLUS NORMANII (GREG.) HUST.
В УСЛОВИЯХ КУРШСКОГО ЗАЛИВА**

На современном этапе вследствие климатических изменений и человеческой деятельности происходит рост биологических инвазий в водные экосистемы, что во многих случаях приводит к трансформации биоценозов, к изменению в трофических цепях и, в конечном счете, к многоуровневой системной перестройке [Биологические..., 2004].

В балтийском регионе первые находки диатомового эвригалобного вида-вселенца *Actinocyclus normanii* относятся к первому десятилетию прошлого века. В настоящее время этот вид широко распространен в крупных эвтрофированных реках Европы, в водах Гданьского и Щецинского заливов Балтийского моря [Witkowski et al., 2005; Geissler et al., 2006].

В Куршском заливе с момента первого обнаружения в 20-30-х годах до конца 90-х годов *A. normanii* в фитопланктоне не доминировал, хотя в верхнем 5-сантиметровом слое донных осадков в 1998-1999 гг. встречался во всей литовской части залива [Оленина, 1996; Kasperovičienė, Vaikutienė, 2007]. Наибольшее количество диатомеи было обнаружено в прикосовой ложбине, расположенной вдоль Куршской косы, куда в первую очередь поступают воды Балтийского моря. В начале 2000-х годов произошла натурализация *A. normanii*, которая выразилась в его массовом развитии и доминировании в летне-осеннем фитопланктоне, что повлекло за собой выпадение из числа доминантов мелко-клеточных видов диатомовых рода *Stephanodiscus*.

По нашим данным в 2001 г. и 2005-2014 гг. доля *A. normanii* в биомассе летнего фитопланктона российской части Куршского залива достигала 70 %. Многолетняя биомасса диатомеи в среднем составила $5,42 \pm 0,82$ г/м³. Максимум обилия *A. normanii* отмечен в 2005 г. (1,9 млн кл./л, 34 г/м³). Обнаружена положительная связь биомассы *A. normanii* и с биомассой других доминантных видов летнего комплекса: цианобактерий *Planktothrix agardhii* и видов р. *Microcystis* ($R_{\text{спир}}=0,67-0,90$; $p=0,000-0,017$). Благоприятные условия для вегетации *A. normanii* чаще всего возникали на участке залива вблизи поселков Рыбачий и Морское, в зоне наибольшего влияния морских вод.

Н. В. Родионова, Ю. Ю. Полунина
(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П. П. Ширшова РАН, Калининград, Россия)
nleptodora@gmail.com, jul_polunina@mail.ru

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СТРУКТУРА
ПОПУЛЯЦИИ ВИДА-ВСЕЛЕНЦА *EVADNE ANONIX*
(CLADOCERA) В ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ
И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ**

Понто-каспийская кладоцера *Evadne anonyx* Sars 1897 была впервые зарегистрирована на акватории Балтийского моря в Финском заливе в 2000 г. [Rodionova, Panov, 2006; Panov, Rodionova, 2007]. В Юго-Восточной Балтике (ЮВБ) вид отмечен в Гданьском заливе летом 2006 г. [Bielecka et al., 2013], а в июле 2008 г. в территориальных водах РФ [Обзор ..., 2008]. Вид отмечен в водах Вислинского и Куршского заливов [Glazunova et al., 2010; Demereckienė, 2013].

В Финском заливе в первые годы вселения численность рачка была не велика – до 10 экз./м³, а в период 2002-2004 гг. – возросла почти до 160 экз./м³. Вид встречался в водах залива с июля по сентябрь при солёности воды 1-3 PSU. В планктоне ЮВБ летом 2010 г. вид был отмечен в поверхностных водах до глубин 10 м с низкой численностью всего 0,2-3,2 экз./м³. Температура воды в поверхностном слое на станциях, где была отмечена *E. anonyx*, менялась от 15,6 до 16,9 °С, а солёность от 4,6 до 5,6 PSU. В Каспии *E. anonyx* появляется при температуре воды 9-10 °С и массово развивается при температуре воды 12-16 °С [Мордухай-Болтовской, Ривьер, 1987]. Считалось, что вид не встречается в опресненных районах ниже солёности 9 PSU [Rivier, 1998]. Однако в водах Балтики вид отмечался при достаточно низких показателях солёности (от 1 до 5,6 PSU), что указывает на высокую пластичность этого вида по отношению к солёности.

В Финском заливе популяция *E. anonyx* представлена ювенилами, партено- и гамогенетическими самками и самцами. Число партеногенетических эмбрионов составляло от 1 до 6 на самку (в среднем 3,9 эмбриона) и от 1 до 2 гамогенетических яиц. Длина тела партеногенетических самок изменялась от 0,66 до 1,06 мм, самцов 0,51-0,86 мм. В ЮВБ летом 2010 г. популяция *E. anonyx* состояла в основном из партеногенетических самок. Размеры самок варьировали от 0,5 до 1,5 мм, составляя в среднем 1,14 мм. Все самки были с эмбрионами, число которых в среднем было 14,7 эмб./самка. Длина эмбрионов изменялась от 0,10 до 0,24 мм (в среднем 0,16 мм). Размеры партеногенетических самок *E. anonyx* в Каспии составляют 2,0-2,1 мм, а в Аральском море – 0,8-1,2 мм, а самцы достигают длины 1,2-1,4 мм [Мордухай-Болтовской, Ривьер, 1987]. В ЮВБ размеры партеногенетических самок сопоставимы с аральскими формами, но крупнее, чем в Финском заливе.

Количество эмбрионов у *Evadne anonychus* в Каспии в июле-августе равно 9, максимальное – 19, а к концу августа, перед началом гаметогенеза, количество эмбрионов снижается до 3-1. У аральской *E. anonychus* плодовитость значительно ниже: средняя – 3, максимальная – 6 [Ривьер, 1974]. Число эмбрионов у *E. anonychus* из ЮВБ сравнимо с показателями из Каспийского моря и превышает показатели плодовитости вида-вселенца из более северного района Балтики – Финского залива.

Сравнение характеристик популяции *E. anonychus* из разных регионов Балтики позволяет заключить, что морфометрические характеристики и плодовитость партеногенетических самок *E. anonychus* в ЮВБ сопоставимы с Каспийскими формами, а размерно-возрастные характеристики и плодовитость особей из Финского залива сопоставимы с показателями из Аральского моря. Это обусловлено, вероятно, высокими адаптивными возможностями данного вида, которые формируются под воздействием отличающихся температурных и соленостных условий в разных морях, а также в разных районах Балтийского моря.

О. Н. Ясакова

(Институт аридных зон, Южный научный
центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия)
vasak71@mail.ru

ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

В последние десятилетия все чаще стали регистрировать новые, не характерные для данного водоема виды фитопланктона [Георгиева, 1993; Сеничева, 2002; Мурина и др., 2008; Селифонова, 2009; Селифонова, Шмелева, 2010]. Многие авторы связывают этот факт с балластными водами коммерческих судов [Александров, 2004; Матишов, Селифонова, 2006; Звягинцев и др., 2009; Selifonova et al., 2008].

Некоторые виды планктонных водорослей, ранее отмечаемые только в северо-западном и прибосфорском районах Черного моря, стали появляться в северном и северо-восточном районах моря. В результате исследований фитопланктона в северо-восточной части Черного моря в 2000-2005 гг. обнаружены несколько новых потенциально токсичных видов динофитовых *Cochlodinium polykrikoides* Margelef, *Alexandrium minutum* Halim, *A. ostenfeldii* (Pauls.) Balech et Tangen., *A. tamarense* (Lebour) Balech, *Peridinium aciculiferum* Lemm., *Protoperidinium ponticum* Vershinin et Morton и диатомовых водорослей – *Pseudonitzschia pungens* Hasle, *Chaetoceros tortissimus* Gran., *Chaetoceros trondsenii* Marino, Montessoro et Zingone, *Asterionellopsis glacialis* (Castr.) Round [Вершинин и др., 2005; Вершинин, Орлова, 2008; Силкин и др., 2011]. Вселение и массовое развитие этих видов могут иметь непредсказуемые последствия для окружающей среды и здоровья человека. Исследования фитопланктона были проведены также в открытой северо-восточной части Черного моря в экспедициях Южного научного центра РАН в 2007-2009 гг. В составе фитопланктона были

зарегистрированы новые для этого района виды диатомовых *Asterionellopsis glacialis*, *Lioloma pacificum* (Cupp) Hasle, динофитовых: *Dinophysis odiosa* (Pavillard) Tai et Scogsberg., *Alexandrium ostenfeldii* (Pauls.) Balech et Tangen, *Oxytoxum variabile* Schill., *Gymnodinium stellatum* Hulburt и золотистых водорослей *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim [Ясакова, 2010]. Сделано предположение об их интродукции с балластными водами коммерческих судов.

Работа выполнена в рамках тем НИР 01-15-13 «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России» № гос. рег. 01201363187, Программы Отделения наук о Земле РАН № 13 «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов» на 2013 г. по теме «Влияние экосистемных перестроек на биоту Азовского и Каспийского бассейнов в процессе изменения климата и антропогенного воздействия», в рамках проектов «Анализ динамики природных систем на основе мегабаз данных за многолетний (XIX-XX века) период наблюдений для выявления и прогнозирования экстремальных природных феноменов, опасных для социально-экономического развития густонаселенных территорий юга России» (№ 01201450487), ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» проекты – RFMEFI60414X0050.

Секция 4: АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА

Е. Л. Воденеева, А. Г. Охупкин, Г. А. Юлова, А. А. Полюшкова
(Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия)
vodenееva@mail.ru

РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПЛАНКТОНА В ПЕРИОД НИЗКИХ ЛЕТНИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СЕРЕЖИ, НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Гидрологический режим небольших по протяженности рек зависит от состояния поверхности водосбора, климатических и погодных факторов. Для малых рек характерно частичное пересыхание в меженный период при недостатке атмосферного питания, а при антициклональном типе погоды возможно и полное пересыхание с образованием временных водоемов. В связи с этим интересен вопрос о структуре и динамике формирующихся в этих водоемах фитопланктоценозах.

Целью данной работы стало изучение состава и структуры фитопланктона р. Сережа в разные по уровню воды годы. р. Сережа, правобережный приток Оки второго порядка, имеет длину 196 км, площадь водосбора – 2730 км². Водосбор реки расположен в зоне активного влияния карста на сток (закарстованность водосбора составляет около 70 %). В нижнем течении реки ее воды имеют повышенную минерализацию. Сбор материала проводился в течение трех вегетационных периодов (2010, 2012-2013 гг.) в верхнем участке реки. В 2010 г., когда на большей части России отмечалось аномально жаркое и сухое лето, сбор проб в августе был продолжен на оставшихся (после почти полного пересыхания верховья реки) 9 временных водоемах, глубина которых изменялась от 20 до 110 см. В последующие годы, характеризующихся более высоким уровненным режимом, отбор альгологического материала с изолированных водоемов происходил в летнюю межень.

Таксономический состав водорослей р. Сережи представлен 567 таксонами рангом ниже рода из 9 отделов: Chlorophyta (41,3 % общего перечня водорослей), Bacillariophyta (25,9 %), Euglenophyta (13,6 %), Chrysophyta (6,9 %), Cyanophyta (6,9 %), Dinophyta (3 %), Cryptophyta (1,8 %), Xanthophyta (1,2 %), Raphidophyta (0,53 %). В родовом спектре выделялись роды Scenedesmus (9,8 % перечня водорослей), Trachelomonas (5,2 %), Euglena (3,7 %) и Closterium (3,5 %).

Средневегетационные значения биомассы альгоценозов изменялись от 0,59 до 2,15 г/м³, трофический статус данного участка реки соответствовал олиготрофно-мезотрофному уровню. Сезонная динамика биомассы фитопланктона характеризовалась 1-3-вершинной кривой с максимумом развития в летний сезон. В годы с умеренным уровневым режимом формировались диатомовые ценоотические комплексы: в весенний сезон с превалированием *Navicula radiosa* Kütz., в летний и осенний – также с участием *Melosira varians* Ag. В разные годы ценоотический тип планктона наряду с ними определяли *Trachelomonas planctonica* Swir., *Meridion circulare* (Greville) C. A. Ag., *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Ehr., *Fragilaria ulna* var. *acus* Kütz. Lange-Bertalot, *Cocconeis placentula* Ehr., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. В аномально низкие по уровню воды годы (2010 г.) в летних ценоотических комплексах возрастала роль фитофлагеллят (виды родов *Gymnodinium*, *Cryptomonas*, *Euglena*).

Во временных водоемах таксономическое разнообразие альгофлоры, как и до пересыхания реки, определяли зеленые, диатомовые и эвгленовые водоросли, при этом роль отдела *Chlorophyta* более заметна (53-63 %) в мелководных водоемах. Значения биомассы фоссопланктона варьировали от 0,04 до 12,7 г/м³, а состав ценоотических типов был более разнообразным. В годы с аномально низким уровнем воды (2010 г.) в глубоких водоемах он оставался схожим с таковым, отмеченным для водотока до его пересыхания; а в мелких – определялся развитием зеленых хлорококковых и эвгленовых. В средний по водности год в изолированных водоемах заметно возрастала ценоотическая роль попадающих в толщу воды нитчаток – *Spirogyra* sp., *Oscillatoria limosa* Ag. В осенний сезон, при нормализации уровня режима, по-прежнему формировались комплексы с превалированием диатомей.

Е. Ю. Воякина

(Научно-исследовательский центр экологической
безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия)

katerina.voyakina@gmail.com

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ
ИНВАЗИЙНОГО ВИДА *GONYOSTOMUM SEMEN* (EHR.) DIESING
В ОЗЕРАХ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА
(ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)**

В последнее время проблеме вселения чужеродных видов уделяется все большее внимание в связи с их активным антропогенным переносом и постоянно увеличивающейся численностью. Активные исследования чужеродных видов в водоемах Северо-Запада и Волго-Балтийского региона проводятся, начиная с середины прошлого века.

Первые находки *Gonyostomum semen* (Ehr.) Deising (Raphidophyta) в озерах Валаамского архипелага датированы 1989 г. В это время он был отмечен только в двух озерах с незначительными биомассами. В настоящее время вид расселился по всей водной системе Валаамского архипелага и в большинстве озер вызывает «цветение» воды.

Было показано, что в составе фитопланктона водной системы Валаамского архипелага за исследованный период определено 343 видов, разновидностей и форм водорослей, принадлежащих к 9 отделам. По числу видов на всех участках акватории Валаамского архипелага преобладали зеленые (31 %), диатомовые (22 %), эвгленовые (18 %) и синезеленые (11 %) водоросли.

Состав доминирующих видов в большинстве озер значительно различался. Чаще всего в состав доминант входили виды родов *Gonyostomum* Diesing, *Aulacoseira* Thw., *Cyclotella* Kütz., *Stephanodiscus* Ehr., *Aphanizomenon* Morr. ex Born. et Flah., *Limnithrix* Meffert, *Planktolyngbya* Anagn. et Kom., *Dinobryon* Ehr., *Cryptomonas* Ehr., *Botryococcus* Kütz., *Elakatothrix* Wille, *Monoraphidium* Kom.-Legn., *Oocystis* A. Br. Отличительная черта фитопланктона озер архипелага – высокие значения биомассы *Gonyostomum semen*.

Во всех малых озерах о. Валаам *G. semen* присутствовал практически постоянно и создавал максимальную биомассу. В состав доминантного комплекса этот вид не входил только в полигумусных и кислых озерах Германовское и Симняховское, во всех остальных он чаще всего формировал осенний пик вегетации, значения биомассы колебались от 1,1 до 82,3 мг/л. Максимальные значения были отмечены в оз. Витальевское.

При анализе пространственной неоднородности распределения структурных показателей по акватории исследованных озер было показано, что наименьшие показатели обилия *G. semen* наблюдались на станциях, расположенных в литоральной зоне. В разных озерах объем клеток *G. semen* менялся значительно. Наибольший диапазон значений этого параметра был отмечен для станций в оз. Игуменское.

При анализе факторов среды, влияющих на динамику показателей обилия *G. semen* было показано, что уровень вегетации этого вида зависит в первую очередь от содержания общего железа ($r=0,9$) и pH ($r=0,7$), в меньшей степени она связана с минерализацией ($r=0,6$) и концентрацией ионов аммония ($r=0,5$).

Массовое развитие этого вида в озерах Швеции и Норвегии и дальнейшее расширение ареала связывали с усиливающимся процессом ацидофикации водоемов. Считается, что этот вид хорошо приспособлен к водам с высоким содержанием гуминовых соединений и низким значениям pH. В тоже время, если судить по данным, полученным для фитопланктона малых озер о. Валаам, видно, что именно в полигумусных и поликислых водоемах *G. semen* не развивался массово. По-видимому, более важными факторами для вегетации *G. semen* оказывается низкая минерализация воды и накопление в гипolimнионе биогенных элементов.

Н. Е. Демерецкиене
(Департамент морских исследований,
Клайпеда, Литва)
n.demereckiene@aaa.am.lt

**ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ
ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ В МНОГОЛЕТНИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ В РАЙОНЕ ДАМПИНГА
(ЮГО-ВОСТОЧНАЯ БАЛТИКА)**

В современной гидробиологии уже немало сказано о наносимом вреде гидробионтам во время дноуглубительных работ в портах и сбросе изъятых со дна порта грунта в морские воды. Поведение и развитие зоопланктона (и не только его) в районе дампинга мало изученная тема, которая заслуживает внимания и более детального изучения.

Цель данной работы – изучить распределение численности и биомассы сообщества планктонных ракообразных в многолетних сезонных исследованиях (1998-2009) в районе дампинга на траверзе Клайпедского канала (юго-восточная часть Балтийского моря).

Весной подотряд *Calanoida* представлен морским комплексом видов и солоноватоводным видом *Eurytemora affinis* (Pope, 1880). Численность видов в весенний период с 1998 по 2009 г. снижается. Биомасса весной в течение 12-ти лет не была высокой, а в последние годы исследований достигала самых минимальных значений. Основную часть биомассы составлял рачок *Acartia longiremis* (Lilljeborg, 1853), но и его биомасса не была достаточно высокой, которая снижалась из года в год.

В летний период зоопланктонный комплекс *Calanoida* состоял из тех же видов. Численность преобладавшего вида *A. longiremis* в некоторые годы увеличилась и была замечена цикличность в течение многих лет, как в районе дампинга, так и на фоновой станции. По показателям численности наметилась тенденция ее роста, но только для *A. longiremis*. Остальные виды были малочисленными. По биомассе в летний период *Calanoida* не достигала возможных оптимальных показателей для достаточных кормовых ресурсов необходимых для ихтиофауны. С 1998 г. по 2006 г. наблюдается некоторая цикличность в распределении биомассы *A. longiremis* и с 2006 г. ее спад. Остальные виды планктонных ракообразных составляли минимальную биомассу.

В целом, сезонный рост численности и биомассы *Calanoida* (от весны к лету) отмечался как в зоне дампинга так и на фоновой станции без существенных различий между ними. Особо следует отметить, что указанный сезонный рост происходил на фоне постоянного от 1998 г. до 2009 г. уменьшения численности и биомассы веслоногих ракообразных, что свидетельствует о несомненном, о продолжительном и усиливающемся влиянии дампинга, осуществляемого не «точечно», и потому влияющего на экосистему.

Группу веслоногих ракообразных дополняют ветвистоусые, так в весенний период Cladocera представлена подонидами – *Evadne nordmanni* (Lovén, 1836), *Podon intermedius* (Lilljeborg, 1853) и *Podon leuckartii* (G. O. Sars, 1862), а также рачком *Eubosmina maritima* (P. E. Müller, 1867) в минимальном количестве. Среди Cladocera преобладала холоднолюбивая морская подонида – *E. nordmanni*. Ее численность увеличивалась при увеличении температуры морской воды, по наблюдениям было установлено, что межгодовые колебания численности *E. nordmanni* определяются температурой поверхности воды весной. Численность и биомасса рачка увеличиваются от дампинга к фоновой станции (весной и летом). Это объясняется чувствительностью ветвистоусых ракообразных к взвесям разного рода, что в любом случае ведет к понижению численности и биомассы животных в районе дампинга. Однако, средняя численность и биомасса уменьшаются от весны к лету, что вполне закономерно для холодолюбивого вида. Во время исследований была замечена схожесть протекающих процессов у морских подонид (*P. intermedius*, *P. leuckartii* и *E. nordmanni*) на фоновой станции, то совсем по-разному они протекали на постоянно загрязняемой станции.

Летом комплекс видов Cladocera составляли те же подониды в небольших количествах, но не они составляли основную часть летнего комплекса ветвистоусых ракообразных, а два вида – каспийский вселенец *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891) и «мирный» фильтратор *E. maritima*. *C. pengoi* был абсолютным доминантом по биомассе среди ветвистоусых ракообразных. *E. maritima* самый многочисленный летний вид не только среди ветвистоусых, но и среди всех планктонных ракообразных представленных в данных исследованиях. Средние показатели численности были выше на станции дампинга, а средние показатели биомасс на станциях были схожими.

Обобщая, группа Cladocera в основном летнее, многочисленное сообщество реагирующее на любые изменения и потому чаще по-разному распределяющее на станциях. На фоне сезонного роста численности и биомассы, и смены доминирующих видов, происходит некоторое увеличение численности, а биомассы – снижение. От биомассы Cladocera, как основного летнего кормового ресурса рыб и их молоди, зависит плотность промысловых популяций рыб.

Е. А. Джаяни

(Саратовское отделение ГосНИОРХ, Саратов, Россия)

dgajani@mail.ru

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФИТОПЛАНКТОН РЕКИ УРАЛ В ПРЕДЕЛАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

К числу основных факторов антропогенного воздействия на экосистему р. Урал можно отнести сброс недостаточно очищенных сточных вод бытового и промышленного происхождения, а также зарегулирование стока верхнего течения реки и, связанное с ним, изменение гидрологического и гидрохимического режимов.

Исследования фитопланктона р. Урал, начавшиеся в первой половине XX столетия, носили в основном флористический характер, сведения о его количественных показателях довольно скудны. В публикациях С. Н. Порядиной [1971], Гидробиология реки Урала [1971] и др. указывается на β -мезосапробный характер реки. Авторы отмечали две группы водорослей (диатомовые и зеленые), которые преобладали по видовому разнообразию и количественному развитию.

Сведения о фитопланктоне Ириклинского водохранилища, образованного на р. Урал, приведены в работах В. Н. Батуриной [1970, 1983] и Г. Н. Соловых с соавторами [2003] и др. По данным этих авторов наибольшее число видов было характерно для зеленых водорослей.

Проведенные нами исследования фитопланктона р. Урал показали, что как и в прошлом веке наибольшим видовым богатством в альгофлоре р. Урал характеризовались два отдела: Bacillariophyta – 50-62 % и Chlorophyta – 20-36 %, роль других групп водорослей невелика.

Сравнение полученных результатов с данными литературы [Порядина, 1973; Алехина, 2002], позволило сделать вывод об увеличении численности фитопланктона в весенне-летний период с 1973 по 2014 г. в 4 раза, а биомассы с в 4,5 раза.

Проведенные с 2011 по 2014 г. исследования показали, что на протяжении всего вегетационного периода по численности и биомассе доминировали диатомовые, весной и летом повышалась доля зеленых водорослей. Подобная картина была отмечена и в более ранних работах [Блюмина, 1962; Гидробиология реки Урала, 1971; Фокина, 1968 и др.]. Входящая прежде в состав доминирующего по численности комплекса *Asterionella formosa* Hassall в последние годы встречалась редко. В формировании численности заметная роль принадлежала мелкоклеточным формам из родов *Stephanodiscus*, *Cyclotella* и криптомонадам.

По величине средней биомассы фитопланктона согласно трофической классификации вод [Китаев, 2007] среднее течение р. Урал можно отнести к α -мезотрофному типу. Используя эколого-санитарную классификацию качества поверхностных вод суши [Жуковский и др., 1981] воды исследованных участков р. Урал соответствует β -мезосапробному типу.

В альгофлоре Ириклинского водохранилища в последние пять лет по видовому разнообразию на долю Bacillariophyta приходилось от 23 до 36 %, на долю Chlorophyta – от 31 до 45 %. Создание Ириклинского водохранилища привело к перестройке структуры фитопланктонного сообщества на зарегулированном участке реки.

Несмотря на изменение количественной представленности отдельных таксонов фитопланктона, средневегетационные показатели общей биомассы микроводорослей оставались в пределах диапазона среднемноголетних для данного водоема величин [Соловых и др., 2003; Джаяни, 2012], за счет изменения доли участия в формировании биомассы крупно- и мелкоклеточных форм водорослей. По величине средней биомассы фитопланктона Ириклинское водохранилище характеризуется как β -мезотрофное и β -мезосапробное.

Таким образом, проведенные исследования показали, что зарегулирование стока р. Урал привело к увеличению количественных показателей развития фитопланктона при изменении структурных характеристик.

**Е. Е. Ежова¹, Я. В. Русских², Х. Мазур-Маржец³, Е. Н. Чернова²,
Е. К. Ланге¹, М. М. Смирнова¹, Ж. И. Стонт¹**

*(¹Атлантическое отделение Института океанологии
им. П. П. Ширшова РАН, Калининград, Россия;*

*²Научно-исследовательский центр экологической
безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия;*

³Institute of Oceanography, University of Gdansk, Gdynia, Poland)

igelinez@gmail.com, yanaruszk@gmail.com,

biohm@ug.edu.pl, s3561389@yandex.ru,

evlange@gmail.com, smirnova-mm@mail.ru, ocean_stont@mail.ru

ОСЕННИЕ ЦВЕТЕНИЯ ЦИАНОБАКТЕРИЙ В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ОСОБЕННОСТИ, ПРИЧИНЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Куршский залив Балтийского моря по своим гидрохимическим и гидро-биологическим показателям является гиперэвтрофным водоемом, и по гидрологическому режиму представляет собой мелководную полузакрытую лагуну с замедленным водообменом. Сочетание быстрого прогрева водной толщи с пресноводностью большей части акватории, слабой проточностью, донными осадками, богатыми органическим веществом и круглогодично высокой концентрацией биогенных элементов в воде, создает оптимальные условия для «гиперцветений» синезеленых водорослей. Поэтому уровень биомассы потенциально-токсичного фитопланктона Куршский залива значительно превышает таковой в море.

Климатическая тенденция способствует увеличению продолжительности вегетации цианобактерий на 1-2 месяца. В 2009-2014 гг. осенняя вегетация фитопланктона на уровне «гиперцветения» наблюдалась ежегодно, как правило, с конца сентября до середины-конца ноября. Доминировал в этот период в сообществе, создавая порой огромную биомассу в скоплениях (до 22 кг/м³), вид *Aphanizomenon flos-aquae*. Известно, что последний не способен синтезировать микроцистины.

На материале, собранном в период 03-22.10.2014 г. в прибрежной зоне западного побережья российской части Куршского залива показано, что при «гиперцветении» с доминированием *Aph. flos-aquae* (около 100 % – в начале месяца и более 50 % в последней декаде) наблюдалось присутствие нескольких видов цианотоксинов в клетках фитопланктона и в воде. Суммарная концентрация различных вариантов микроцистинов в воде варьировала от 53,3-169,4 мкг/л в начале до 0,1-2,8 мкг/л в конце октября 2014 г. Суммарная концентрация микроцистинов в биомассе фитопланктона составила 0,47 мкг/г (03.10.2014 г.) и 0,87-1,32 мкг/г (22.10.2014 г.).

Методом жидкостной хромато-масс-спектрометрии детектировано присутствие преимущественно аргинин-содержащих представителей микроцистинов (MC-LR, -RR, -YR, -VR и их деметилированных форм). Максимальное суммарное содержание микроцистинов, в т. ч. MC-LR, отмечено в кутовой части залива, в районе 13 км Куршской косы, минимальное – в центральной части, в районе м. Рыбачий. Наибольшее присутствие других ферментативно-активных метаболитов цианобактерий – анабенопептинов АВ-F (m/z 837) и АВ-E (m/z 909) также зафиксировано в районе 13 км Куршской косы.

В образцах биомассы отмечено присутствие тех же метаболитов, что и в воде. Максимальное содержание внутриклеточных микроцистинов детектировано на станциях, расположенных в кутовой части водоема, минимальное – в центральной части залива (район п. Морское).

Нейротоксичные соединения цианобактериальной природы – сакситоксины и анатоксины, в этот период не детектированы методом жидкостной масс-спектрометрии. Проведенные тесты на ингибирование ацетилхолинэстеразы были отрицательны, что указывает на отсутствие анатоксина-а(S).

Экотоксикологический эксперимент на дафниях с воздействием воды, отобранной 03.10.2014 г., продемонстрировал 100 % смертность во всех разведениях до 10-кратного включительно. При этом симптоматика соответствовала характерному действию микроцистинов, нейротоксичного эффекта не отмечено, в отличие от аналогичных экспериментов, проведенных с пробами воды в период осеннего «гиперцветения» 2013 г., когда отмечался паралич мышц и 100 % летальность у рачков.

Обсуждается роль температуры, ветровых условий, соотношения форм азота и фосфора в воде в формировании и развитии осенних гиперцветений, а также причины обилия микроцистинов при доминировании *Aph. flos-aqua*, который, по многочисленным литературным данным, не способен к их синтезу.

Работа выполнена в рамках бюджетной темы АО ИОРАН №ГР 01201376664 и при поддержке гранта РФФИ № 13-08-01147.

Н. Б. Заремба
(Южный научно-исследовательский
институт морского рыбного хозяйства
и океанографии, Керчь, Россия)
info@yugniro.ru

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА В КЕРЧЕНСКОМ ПРЕДПРОЛИВЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

На протяжении последних десятилетий в экосистеме пелагиали Черного моря происходили глубокие структурные изменения планктонного зооценоза. Существенное влияние на зоопланктонное сообщество оказывало эвтрофирование черноморского региона, его загрязнением, а в конце 80-х и 90-е годы прошлого века – интродукция новых видов, прежде всего гребневика *Mnemiopsis leidyi*.

В период с 1998 по 2004 г. зоопланктон в районе Керченского предпролива Черного моря был представлен 28 видами. Это копеподы: *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages ponticus*, *Anomalocera patersoni*, *Labidocera brunescens*, Harpacticoida, кладоцеры: *Penilia avirostris*, *Pseudevadne tergestina*, *Evadne spinifera*, *Podon leuckarti*, *P. intermedius*. Из других групп животных встречались *Noctiluca scintillans*, *Sagitta setosa*, *Oicopleura dioica*, Rotatoria, Sarsia, *Pleurobrahia pileus*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*, а также личинки основных групп донных беспозвоночных: Lamellibranchiata, Balanus, Gastropoda, Polychaeta, Decapoda.

Численность зоопланктона колебалась от 485 до 13462 экз./м³, биомасса – от 6,9 до 147,1 мг/м³. В целом наблюдалась тенденция роста численности и биомассы в рассматриваемый период. Так, минимальная численность и биомасса зоопланктона наблюдалась в ноябре 1998 г. Максимальная численность отмечалась в марте 2002 г., биомасса – в мае 2004 г. Анализ материалов по зоопланктону в различные сезоны показал значительные изменения в количественном развитии его между весенним и осенним сезонами. В весенний период численность зоопланктона изменялась от 2425 до 13462 экз./м³, а биомасса от 60,6 до 147,1 мг/м³, составляя в среднем соответственно 6300 ± 3600 экз./м³ и 95 ± 26 мг/м³. Осенью численность снижалась до 485-5394 экз./м³ и в среднем равнялась 2720 ± 790 экз./м³. В это же время биомасса уменьшалась до 6,9-136,8 мг/м³ и в среднем равнялась 66 ± 21 мг/м³. Таким образом, в весенний период численность зоопланктона в среднем была выше в 2,3, а биомасса – в 1,4 раза численности и биомассы зоопланктона в осенний период. По численности и биомассе доминировали копеподы. Их численность в среднем равнялась 1370 ± 250 экз./м³, а биомасса – $19,2 \pm 4,5$ мг/м³. Максимальная численность 2592 экз./м³ была зафиксирована в октябре 2002 г, биомасса – 40,3 мг/м³ в декабре 2004 г. В среднем на их долю приходилось 44-59 % численности и 26-41 % биомассы зоопланктона. В отдельные годы их доля в общей численности и биомассе зоопланктона доходила, соответственно до 88 и 73 %. Весной численность копепод в среднем равнялась 1240 ± 290 экз./м³, а биомасса – $10 \pm 2,2$ мг/м³. Средняя доля в численности и биомассе зоопланктона 17-28 и 8-16 %. Осенью численность и биомасса копепод была выше, чем весной и в среднем, соответственно, равнялись 1600 ± 370 экз./м³ и $23,0 \pm 6,1$ мг/м³. Таким образом, отмечался незначительный рост их численности, однако биомасса при этом возросла в 2 раза. Доля копепод в численности и биомассе зоопланктона в среднем занимала 57-71 % по численности и 35-52 % по биомассе.

Так как не весь зоопланктон потребляется рыбами, то его делят на «кормовой» и «некормовой». К некормовым объектам относят ноктилюку, медуз и гребневиков. В суммарной численности и биомассе зоопланктона доля «кормового» в среднем составила 74-89 и 45-65 %, соответственно. Из некормовых форм в массе встречалась *N. scintillans*, изредка в небольшом количестве обнаружены *Sarsia*, *Pleurobrahia pileus*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*. Таким образом, «некормовой» зоопланктон определялся уровнем развития ноктилюки. В среднем на ее долю приходилось 15 % численности и 37 % биомассы зоопланктона.

*Т. Д. Зинченко¹, В. К. Шитиков¹, В. И. Лазарева²,
В. А. Гусаков², Л. В. Головатюк¹, Э. В. Абросимова¹*

*(¹Институт экологии Волжского
бассейна РАН, Тольятти, Россия;*

*²Институт биологии внутренних вод
им. И. Д. Папанина РАН, Борок, Россия)*

tdz@mail333.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ (ЗООПЛАНКТОН, МЕЙОБЕНТОС, МАКРОЗООБЕНТОС) ОТ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В СОЛЕННЫХ РЕКАХ БАССЕЙНА ГИПЕРГАЛИННОГО ОЗЕРА ЭЛЬТОН

Таксономическая структура речных сообществ формируется как результат пространственной неоднородности биотопических условий в водотоках и различных форм межвидовых взаимодействий (прямая и ресурсная конкуренция, хищничество, паразитизм, мутуализм и т. д.). Выделяются [Leibold, Mikkelsen, 2002] три связанных с этим важнейших процесса структурного преобразования сообществ: взаимная согласованность видов (coherence), их заменяемость или взаимное исключение (turnover) и формирование обособленных групп (boundary clumping). Эти механизмы находят отражение в эволюционном изменении видового состава за счет появления новых видов и исчезновения старых, что приводит к различным характерным типам пространственной структурной организации.

При комплексном изучении водных экосистем на различных ценотических уровнях, включая планктон, бентос, сообщества обрастаний, микроорганизмы и др., необходимо учитывать сложный характер трофических взаимодействий между ними на фоне разной степени адаптации к экстремальным условиям среды (температура, уровень минерализации, эвтрофирования и др.). В представленной работе рассмотрена система показателей, позволяющих выполнить анализ статистических закономерностей организации таксономической структуры планктонных и донных сообществ в соленых реках бассейна гипергалинного оз. Эльтон (Волгоградская область): вложенность (nestedness), взаимное исключение и сопряженность встречаемости отдельных видов, что позволило выполнить дифференциацию их экологических ниш. На основе конкретных данных исследований 5 соленых рек разного уровня минерализации для оценки взаимной структурной детерминированности трех сообществ (зоопланктон, мейобентос, макрозообентос) в условиях экстремальных факторов использовались следующие методы многомерного статистического анализа:

– проверялась гипотеза о независимости функционирования разных сообществ и количественного распределения таксонов гидробионтов в условиях воздействия факторов окружающей среды;

– осуществлялся отбор ведущих факторов, в наибольшей степени определяющих тренд структурных показателей изучаемых ценозов, с использованием методов построения иерархических деревьев регрессии (MRT);

– выполнялась многомерная ординация видов и участков отбора проб для целенаправленного графического упорядочивания таксонов рассматриваемых сообществ в пространстве выбранных факторов среды;

– выявлялись ассоциации видов планктонных и донных сообществ, развивающихся в биотопически сходных условиях, на основе использования кластерных методов и математического аппарата нечетких множеств;

– выполнялась дифференциация совмещенных экологических ниш с оценкой их ширины и степени перекрытия по отношению к всем трем сообществам и факторам среды.

Расчеты выполнялись на основе 19 показателей, включающих температуру воды в придонном слое, общую минерализацию, содержание кислорода, взвешенных веществ, концентрацию в воде различных катионов, анионов и биогенных элементов. Таксономический состав гидробионтов использован на основе данных 2013 г., когда осуществлялся сопряженный отбор проб для гидрохимического и гидробиологического анализа планктона, мейо- и макрозообентоса в участках среднего и нижнего течения рек с градиентом минерализации (реки Ланцуг, Хара, Чернавка, Большая Самарода, Малая Самарода). Важными для содержательного осмысления статистических связей являются оси тех гидрохимических показателей, которые расположены ортогонально основному мультиколлинеарному комплексу компонентов: содержание кислорода для мейобентоса, ионов марганца для зоопланктона и взвешенных веществ для макрозообентоса.

Обсуждается сравнительная эффективность различных методик. Показана зависимость статистических выводов от степени детализации исходных данных, масштаба и уровня агрегированности отдельных блоков экосистемы.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 13-04-10119 и № 13-04-00740.

В. И. Капков, Д. В. Малащенко, О. А. Беленикина

*(Биологический факультет МГУ
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия)*

chelena45@mail.ru

ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ЦИАНОБАКТЕРИЙ В ПЛАНКТОННОМ СООБЩЕСТВЕ

Три основные группы экологических факторов обеспечивают потенциальный рост популяций цианобактерий (ЦБ) в планктонном сообществе. К первой группе следует отнести увеличение концентрации биогенных элементов и, в первую очередь, фосфора в результате антропогенного эвтрофирования водоема и сооружении равнинных водохранилищ. Повторяющиеся из года в год в водохранилищах умеренной зоны «цветения» воды ЦБ как результат антропогенного вмешательства в формирование экосистем представляет собой постоянное и неизбежное явление [Капков и др., 1996].

Вторая группа факторов связана с геомагнитной активностью и повышенным уровнем солнечной радиации, которые определяют антициклонический тип погоды. В такие годы существенно возрастает частота «вспышек» численности ЦБ на фоне резкого увеличения токсичных «цветений» и низкого видового разнообразия в фитопланктонном сообществе [Девяткин и др., 1996; Капков, Лихачева, 2006]. В антициклонические годы при высоком уровне солнечной активности во время «цветения» воды наблюдается увеличение биосинтеза наиболее токсичных метаболитов.

Чрезвычайный интерес представляет третья группа факторов, связанная с выделяемыми ЦБ во внешнюю среду специфическими метаболитами, которые регулируют рост собственной популяции и ограничивают развитие партнеров по планктонному сообществу [Лукас, 1965]. Осуществление этих функций метаболитами обусловлено обменом между гидробионтами биологической информацией, передача которой в водных экосистемах осуществляется с помощью метаболитов [Винберг, 1967]. Синтезируемые ЦБ и водорослями биологически активные вещества, различающиеся структурными особенностями при росте в планктоне, смешанной и монокультуре, выполняют важную физиологическую и экологическую функции в сообществе. Прижизненно выделяемые метаболиты и вещества, поступающие в среду после автолиза клеток ЦБ, оказываются высокотоксичными для планктонных организмов, рыб и других животных. К продуцентам наиболее опасных токсинов относятся планктонные ЦБ трех родов: *Anabaena* (sensu lato), *Aphanizomenon*, *Microcystis*. Вызывающие «цветение» ЦБ в водных экосистемах образуют постоянные ассоциации с цианофитами, эубактериями и амебоидными простейшими. Причем *Anabaena oscillarioides*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* обладают максимальным ростом лишь в присутствии *Pseudomonas aeruginosa* и других бактерий [Paerl et al., 2001].

К настоящему времени известны более десятка токсичных метаболитов ЦБ разных классов соединений, среди которых наиболее опасными являются алкалоиды нейротоксического действия (анатоксины и сакситоксин), циклический полипептид с гепатотоксическим эффектом (микроцистин), цитотоксичный цилиндроспермопсин, выделяемый прижизненно, и некоторые другие [Wiegand, Pflugmacher, 2005; Волошко и др., 2008].

Токсичность метаболитов ЦБ для гидробионтов в значительной степени определяется условиями, при которых популяция доминанта достигает максимальной плотности. При низких (<10 °C) и высоких (>30 °C) температурах воды в водоеме токсичность метаболитов снижается в 2-3 раза [Sivonen, Jones, 1999]. Напротив, частичная деградация микроцистина гетеротрофными бактериями приводит к резкому увеличению токсичности дериватов по сравнению с исходным продуктом [Bourne et al., 1996; Kaebernick et al., 2000]. Следует отметить, что в период массового развития афанизоменона наблюдается ингибирование роста популяции микроцистиса, «цветение» которым происходит лишь после отмирания первого. Микроцистис, в свою очередь, подавляет развитие других видов фитопланктона [Капков и др., 2009]. При массовом развитии одного вида ЦБ и последующим отмиранием клеток в результате выделения эндо-

и экзометаболитов резко возрастает скорость изменения среды, что приводит к нарушению функционального равновесия и структуры планктонного сообщества. Доминирующий вид, максимально увеличивая численность, нарушает сбалансированную плотность популяций партнеров по планктонному сообществу. В итоге судьба доминирующего вида ЦБ после достижения максимальной плотности популяции предопределена, и его элиминация из планктонного сообщества лишь вопрос времени.

**М. Ю. Карапун, В. В. Юрченко,
М. Г. Бирюкова, А. М. Айтимова**
(Астраханский государственный технический
университет, Астрахань, Россия;
Каспийский государственный университет технологии
и инжиниринга им. Ш. Есенова, Актау, Казахстан)
aktay_misha@yahoo.com

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ ОЗЕРА КАРАКОЛЬ (КАЗАХСТАН) ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО ФАКТОРА

Озеро Караколь по своему происхождению является техногенной экосистемой, созданной за счет сбросных термальных вод ТЭЦ в аридной зоне степей. Водоем создан на естественном рельефе и ограничен полосой дюнных песков от Каспийского моря. Озеро имеет связь с морем в районе сбросного канала. За счет чего в техноэкосистему проникли различные гидробионты из естественной экосистемы.

Антропогенный характер образования озера в значительной степени отличается от Каспийского моря в солёности воды и других гидрохимических показателях.

Так, солёность воды составляла 13,62 ‰. Температурный показатель составил 23,67 °С. Содержания кислорода не высоко (2,667 мг/л). Биогенные элементы в воде озера не превышали ПДК.

Свинец был представлен в водах величинами порядка 0,035-0,039 мг/дм³, тем самым превысив в 6,5 раза ПДК. Аналогично вели себя хром и медь: размах концентрации Cr составило от 0,120 до 0,127 мг/дм³ (1,8 ПДК), Cu составила в среднем 0,027 мг/дм³ (5,4 ПДК).

Фитопланктон озера отличается от планктонных фитоценозов Среднего Каспия с нормальной солёностью (12,80 ‰) своей относительной бедностью морскими и значительным разнообразием солоноватоводных элементов.

В основном фитопланктон был представлен Bacillariophyta, Cyanophyta и Chlorophyta водорослями. По числу видов отделы ранжировались следующим образом: Bacillariophyta – 4, Cyanophyta – 3 и Chlorophyta – 4 рода.

Наибольшим видовым разнообразием характеризовались диатомовые водоросли, они представлены такими родами – *Gomphonema*, *Navicula*, *Diatoma* Grun. и *Nitzshia* Hass.

Зеленые водоросли представлены в период исследования, двумя видами *Dictyosphaerium pulchellum* Wood и *Oocystis composite* Pr.-Lavr. sp. nov. из родов диктиосфериум (*Dictyosphaerium* Näg.) и ооцистис (*Oocystis* Näg.). А также, водоросли, относящиеся к семейству *Chlorellaceae* Brunnthaler, 1913 и роду *Euglena* Ehrenberg, 1830.

Сине-зеленые водоросли представлены 1 классом, 1 порядком, 3 семействами, 3 родами: *Microcystis* Kütz., *Gloeocapsa* (Kütz.) Hollerb. Emend и *Merismopedia* (Meyen) Elenk. emend. Род мерисмопедия был представлен одним малоизученным видом – *Merismopedia minima* G. Beck.

Первоначальные исследования зоопланктона весной 2009 и 2010 гг. показали качественную бедность, были зарегистрированы представители 2-х отрядов ракообразных *Copepoda* и *Ostracoda*, из простейших – представители подкласса *Foraminifera* и класса *Oligochaeta*.

В летний период времени 2011 г. зоопланктофауна оз. Караколь в основном представлена небольшим количеством видов из отряда веслоногих (*Copepoda*), относящихся к трем подотрядам – *Calanoida*, *Cyclopoida* и *Harpacticoida*.

Подотряд *Calanoida* в зоопланктоне водоема представлен формами, относящимися к семействам: *Temoridae* и *Pseudodiaptomidae* G. O. Sars. Веслоногие раки были представлены единственным видом из семейства *Pseudodiaptomidae* G. O. Sars – эвритермным *Calanipeda aquae-dulcis* Kritsch 1873, а семейство *Temoridae* – прибрежным, эвригалинным пелагическим видом – *Heteroscope caspia* G. O. Sars, 1897.

Другой подотряд *Cyclopoida* в основном представлен личиночными стадиями, за исключением половозрелых форм семейства *Cyclopidae*. Данное семейство в планктоне озера было представлено эндемиком Каспийского моря, эвригалинным и эвритермным видом *Halicyclops sarsi* Akatova и *Cyclops* sp.

Гарпактициды (подотряд *Harpacticoida*) были представлены полностью личиночными формами.

Простейшие характеризуются средним качественным разнообразием инфузорий и фораминифер. Из инфузорий – это представители морских тинтинноидей – альгофаг *Codanella relict* (forma typica) Minkiewitsch и микрофаг *Tintinopsis mitra* Grimm, широко распространенных в открытой части Каспийского моря. Фораминиферы были представлены *Ammonia beccarii* (L.) subsp. *caspica* Stschedrina subsp. n.

Также было зафиксировано присутствие личинок усоногих ракообразных *Balanus improvisus* Darwin, насекомых *Chironomidae* и теплолюбивых коловраток из рода *Brachionus* Pallas.

**И. А. Кудрин, Г. В. Шурганова,
М. Ю. Ильин, Д. О. Голубева**
(Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия)
kudriniv@mail.ru

ЗООПЛАНКТОН ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Экосистемы водотоков урбанизированных территорий испытывают значительное многокомпонентное антропогенное воздействие, что неизбежно отражается на показателях их структуры и функционирования. При этом степень изученности городских водотоков низка. Это касается и сообществ зоопланктона водотоков г. Нижнего Новгорода [Валькова, Шурганова, 2005; Шурганова, Макеев, 2008; Макеев, Гаврилко, 2014 и др.].

Материалом для работы послужили 29 проб зоопланктона, собранных в июле 2014 г. на реках Левинка, Параша, Черная, расположенных в заречной, низинной части города, а также на реках Кова, Старка, Рахма – в нагорной части г. Нижний Новгород. Отбор и обработка проб производились согласно общепринятым методикам [Методические рекомендации..., 1982].

Водосборные площади всех изучаемых водотоков сильно загрязнены, к основным загрязнителям относятся нефтепродукты, соли тяжелых металлов, легкоокисляемые органические вещества. Концентрация загрязнителей часто значительно превышает ПДК. По индексу загрязнения воды (ИЗВ) исследуемые реки являются грязным (Левинка) и чрезвычайно грязными (Черная, Старка, Кова).

В зоопланктоне обследованных водотоков г. Нижний Новгород идентифицировано 94 вида (44 вида – Rotifera, 41 – Cladocera, 9 – Copepoda). В составе зоопланктона рек Левинка, Черная, Старка, Рахма, Параша был зарегистрирован вид-вселенец *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), для рек Черная, Старка, Рахма, Параша этот вид отмечен нами впервые.

Анализ пространственного размещения зоопланктона малых городских водотоков с помощью метода многомерного векторного анализа [Шурганова, Черепенников, Артельный, 2003; Шурганова, 2007] показал, что видовая структура зоопланктона не является однородной даже в пределах одного водотока. На акваториях обследованных рек встречались дискретные участки («пятна») со сходной видовой структурой зоопланктона (р. Левинка в среднем течении). Иногда эти участки имели очень малую протяженность (реки Черная, Кова, Левинка в верхнем течении). Таким образом, видовая структура зоопланктона отдельных участков различных водотоков, расположенных как в верхней, так и в нижней частях города, имеет значительное сходство.

Зоопланктон рек верхней части города, таких как Старка, Кова, характеризовался низким видовым богатством (3-4 вида), низкой численностью и биомассой зоопланктона ($20-250 \text{ экз./м}^3$; $0,003-0,43 \text{ мг/м}^3$), низкими значениями индекса Шеннона ($0,48-1,2 \text{ бит/экз.}$), что согласуется с результатами, полученными в 2003 г. и в 2013 г. для данных рек [Валькова, Шурганова, 2005; Макеев, Гаврилко, 2014]. Нарушенная структура зоопланктона исследуемых водотоков обусловлена значительным антропогенным воздействием: сильным химическим загрязнением, засоренностью русел бытовыми отходами, на отдельных участках русла заключены в трубы. Это, в совокупности с особенностями гидрологии самих рек (малые глубины, отсутствие участков с замедленным течением и развитой высшей водной растительностью), приводит к деградации их экосистем.

В то же время зоопланктон рек Левинка, Черная при сопоставимом уровне химического загрязнения и существенном эвтрофировании характеризовался значительными видовым богатством (63 и 58 видов соответственно), относительно высокими численностью и биомассой (24 тыс. экз./м^3 , 200 мг/м^3). Значительную роль в формировании видовой структуры зоопланктона этих водотоков играли участки с замедленным течением и богатой высшей водной растительностью. Аналогичная ситуация наблюдалась в р. Левинка и в предыдущие годы [Кудрин, Ильин, Шурганова, 2014].

Таким образом, на территории г. Нижнего Новгорода можно выделить, преимущественно, два типа зоопланктоценозов водотоков: 1) с нарушенной видовой структурой, деградирующие; 2) с богатым видовым составом и количественным развитием, расположенные на участках водотоков с хорошо развитой высшей водной растительностью и потенциально высокой способностью к самоочищению.

Е. А. Мнацаканова
(Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия)
Mnatsakan@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ В ВИДОВОМ СОСТАВЕ ПЛАНКТОННЫХ КОЛОВРАТОК ОЗЕРА ГЛУБОКОГО ЗА 120-ЛЕТНЮЮ ИСТОРИЮ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ: ПОСЛЕДСТВИЯ ОДНОКРАТНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Озеро Глубокое входит в международный список озер мира, подлежащих охране как эталонный объект. Расположенное всего в 90 км от Москвы на территории природного заказника вдали от дорог и поселений, оно является уникальным как по длительности периода наблюдений за видовым составом зоопланктона, так и по отсутствию мощного антропогенного загрязнения, которому подвергается большинство водоемов центральной России. Экосистема озера пережила мощное антропогенное вмешательство в середине 60-х годов прошлого века, когда на его водосборе были проведены мелиоративные работы по

осушению прилежащих питающих его болот. Это привело к изменению цветности и прозрачности воды, зарастанию литорали высшей водной растительностью, что, по-видимому, вызвало перераспределение поступления биогенов в озеро [Садчиков, 1982; Бойкова, 1991].

Достоверные сведения по 24 видам коловраток имеются с 1897 г., включая наши ежегодные данные 2004-2014 гг. Из них: 5 видов встречаются в планктоне каждый год на протяжении всего периода наблюдений, и отмечаются каждым из исследователей; 8 видов не отмечены ни одним из исследователей до проведения мелиорации, но ежегодно встречаются после неё; 7 видов встречались в одни и не встречались в другие годы; 2 вида (это виды – индикаторы эвтрофности) выпали из состава планктона после мелиорации и никогда более не отмечались; ещё 2 вида, никогда ранее не встречавшиеся в озере, были обнаружены нами в составе планктона в 2009 г. и 2010 г. Это *Gastropus hyptopus* (Ehrenberg, 1838) и *Ascomorpha ovalis* (Bergendal, 1892) с индивидуальными индексами сапробности 1.1 и 1.2 соответственно, т. е. это виды-индикаторы олигосапробности.

Впервые предположение о накоплении в озере видов-индикаторов олиготрофности было высказано Л. К. Матвеевой [1986], а позже на основе индивидуальных индексов сапробности коловраток с использованием метода логистической регрессии нами была получена статистически достоверная зависимость, подтверждающая тенденцию к накоплению в планктоне озера видов-индикаторов олиготрофности. Было показано, что точка перелома в этом процессе приходится как раз на годы после проведения мелиорации [Полищук, Мнацаканова, 2013]. Оба вселенца последних годов, а также существующий с 70-х годов *Gastropus stylifer*, неизменно присутствующий с тех пор в планктоне и зачастую достигающий высоких численностей – представители одного семейства – Gastropodidae, с челюстным аппаратом виргатного типа, т. е. с одинаковым способом питания – высасывание содержимого из прочных створок водорослей, преимущественно динофлагеллят. Изучена сезонная динамика численности и вертикального распределения популяций новых для озера видов. Всё более нарастающее, с 70-х годов до нашего времени, присутствие этих близких видов в планктоне озера свидетельствует о продолжающихся сдвигах в биоте водоёма. Показано вертикальное расхождение максимумов численности популяций этих вселенцев в толще воды. Высказано предположение об образовании новой экологической ниши и всё большем её расширении.

З. Н. Рябина, М. В. Рябухина
(Оренбургский государственный аграрный
университет, Оренбург, Россия)
Marija-Rjabuhina@mail.ru

БИОРАЗНООБРАЗИЕ МАКРОБИОНТОВ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УРАЛ

Прибрежно-водные растения являются важным компонентом экосистемы рек, они принимают участие в самоочищении и формировании качества воды. Изучение особенностей его видовой динамики, а также количественного разно-

образия – один из путей совершенствования методов экологического мониторинга. На протяжении длительного времени видовой состав макрофитов среднего течения р. Урал в окрестностях г. Оренбурга изменялся [Шустова, 2008; Соловых, 2013]. Для отражения современного видового разнообразия, под воздействием изменяющегося экологического состояния реки был проведен систематический анализ макробионтов [Соловых, 2013].

Флора водных и прибрежно-водных сообществ р. Урал в окрестностях г. Оренбурга включает 206 видов, относящихся к 57 семействам и 99 родам (таблица 1). Основное число видов (96,6 % от общего числа) – покрытосеменные растения, 48,06 % из них приходится на двудольные и 48,54 % на однодольные растения.

На долю 11 ведущих семейств приходится 121 вид, что составляет 58,74 % всей флоры (таблица 2). Наибольшее число видов включают семейства Cyperaceae, Potamogetonaceae, Salicaceae.

Таблица 1 – Таксономическая структура флоры

Отдел	Количество		
	семейств	родов	видов
Bryophyta	1	1	1
Equisetophyta	1	1	1
Polypodiophyta	5	5	5
Magnoliophyta	50	92	199
Liliopsida	18	36	100
Magnoliopsida	32	56	99
Всего	57	99	206

Таблица 2 – Распределение видов в ведущих семействах флоры

Семейство	Число видов	Процент от общего числа видов	Число родов в семействе
Cyperaceae	35	17,00	8
Potamogetonaceae	16	7,77	1
Salicaceae	11	5,34	1
Poaceae	10	4,85	7
Asteraceae	8	3,88	6
Brassicaceae	8	3,88	4
Ranunculaceae	8	3,88	3
Alismataceae	7	3,41	3
Sparganiaceae	6	2,91	1
Juncaceae	6	2,91	1
Onagraceae	6	2,91	1
Всего	121	58,74	36

К наиболее многочисленным в видовом отношении родам относятся Potamogeton, Carex, Salix, Eleocharis и др.

Соотношение биоморф в составе флоры таково: деревьев и кустарников 12, полукустарничек 1, травянистых – 193 вида (из них 160 многолетников, 3 двулетника, 30 однолетников).

По фитоценотическим группам растения распределяются следующим образом: водных видов 48, прибрежно-водных 86, болотных 11, лугово-болотных 34, болотно-лесных 6, лесных и лесостепных 3, луговых 10, лугово-лесных 4, галофитов 4.

Среди растений, слагающих флору водоемов Оренбургской области, преобладают гигрофиты, насчитывающие 116 видов (56,31 % всей флоры).

Характерной особенностью флоры реки Урал исследуемого района является, прежде всего, преобладание элементов евроазиатской группы (96 видов, или 46,6 % от общего числа видов) при значительном участии голарктической (75,0-36,4 %) и космополитной (22,00-10,68 %) групп. Участие остальных групп весьма незначительно. Результаты исследования указывают на умеренное разнообразие макробионтов среднего течения реки Урал в окрестностях г. Оренбурга.

С. Н. Семёнова, С. К. Кудерский

*(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)*

romsem@rambler.ru

ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОД ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ КОРОЛЕВСТВА МАРОККО И ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКИ МАВРИТАНИИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО СОСТОЯНИЯ КАНАРСКОГО АПВЕЛЛИНГА

Повышенный рыбопромысловый потенциал районов Королевства Марокко (КМ) и Исламской Республики Мавритании (ИРМ) обусловлен влиянием Канарского апвеллинга – одного из мощных природных «генераторов» увеличения трофности прибрежных вод Атлантического океана. Надежным показателем, используемым для оценки трофического статуса районов, является фитопланктон. Между тем, уровень его развития, трофность вод в регионе в холодный сезон в условиях разного состояния апвеллинга изучены недостаточно.

Материалом для работы послужили результаты камеральной обработки батометрических проб (1233) фитопланктона, а также океанологические показатели, отобранные на 378 станциях постоянных полигонов в исключительной экономической зоне КМ и ИРМ в январе 1994-2012 гг. Сбор материала осуществляли на стандартных горизонтах наиболее продуктивного 0-25-метрового слоя воды.

Исследуемый период по классификации Р. Г. Берникова [Берников и др., 1993] относится к началу холодного сезона, отличающегося выраженной неустойчивостью гидрометеорологического режима. Срединная ось Сенегало-Мавританского термического фронта (СМФ) по сравнению с переходным сезоном от теплого к холодному завершает движение к югу, и в исследуемые годы

варьировала между 11°15'-12°30' с.ш. Районы мониторинга в холодные годы (1994, 2005, 2009, 2012) преимущественно находились под влиянием холодного Канарского течения, в теплые (1997 и 2010) – в основном под воздействием теплых вод северной ветви Межпассатного противотечения. Заметный апвеллинг в годы наблюдений отмечен на шельфе южного подрайона КМ, северного и южного подрайонов ИРМ.

В соответствии с развитием фитоиндикаторов [Семенова, Кудерский, 2011], на шельфе южного подрайона КМ, северного и южного подрайонов ИРМ, находящихся, за исключением 2012 г., под устойчивым влиянием северо-восточного пассата, подъем вод был активный («свежий» и «развивающийся»). На остальной акватории обнаружена его существенная межгодовая изменчивость: от «свежего» до «развивающегося», «ослабевающего» и «затухающего». Две первые стадии апвеллинга на шельфе развивались в противофазе, на континентальном склоне – синхронно. В ИРМ начальные фазы апвеллинга на шельфе северного подрайона развивались в противофазе с таковыми южного, что, по-видимому, обуславливалось разновременным поступлением вод из нижележащих слоев океана.

Значительная межгодовая пространственная изменчивость состояния подъема вод вызывала соответствующую вариабельность уровня развития фитопланктона и трофического статуса [Оксиук и др., 1994] вод: от олиготрофного (менее 20 млн кл.·м⁻³) до олиго-мезотрофного (20-30 млн кл.·м⁻³), мезотрофного (60-100 млн кл.·м⁻³), мезо-евтрофного (110-500 млн кл.·м⁻³) и евтрофного (510-1000 млн кл.·м⁻³).

Высокие положительные зависимости развития Bacillariophyta от содержания $P_{мин}$ в воде и отрицательные – от температуры воды получены на участках активного апвеллинга.

На шельфе под влиянием квазистационарного апвеллинга выявлены зоны повышенной биологической продуктивности (ЗПБП), соответствующие мезо-евтрофному разряду, обусловленные массовой вегетацией Bacillariophyta. ЗПБП на континентальном склоне отличались неустойчивостью. ЗПБП на шельфе южного подрайона КМ (Южно-Марокканская), северного (Северо-Мавританская) и южного (Южно-Мавританская) подрайонов ИРМ обнаруживались ранее в теплый сезон [Семенова, Кудерский, 2011] и переходный сезон от теплого к холодному [Семенова, Кудерский, 2012].

Скопления европейской сардины, основу питания которой составлял фитопланктон, приурочены к ЗПБП.

Трофность вод южного подрайона КМ и южного подрайона ИРМ в среднем оценена на уровне мезотрофного разряда, северного подрайона ИРМ выше – мезо-евтрофного. От шельфа к континентальному склону категория трофности заметно снижалась (южный подрайон КМ – мезотрофный, южный подрайон ИРМ – олиго-мезотрофный). Исключение составлял континентальный склон северного подрайона ИРМ (мезо-евтрофный). Трофический статус вод ИРМ в целом соответствовал мезо-евтрофному разряду мезотрофного класса. Аналогичная категория трофности присвоена ИРМ в теплый сезон [Семенова, Кудерский, 2011] и переходный сезон от теплого к холодному

[Семенова, Кудерский, 2012]. В «неурожайный» по фитопланктону 2012 г., из-за значительного ослабления апвеллинга, в связи с неустойчивостью направления и интенсивности северо-восточного пассата, трофность вод южного подрайона КМ и северного подрайона ИРМ снизилась до олиго-мезотрофного разряда.

С. Н. Семёнова, С. К. Кудерский
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
romsem@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ АЛЬГОФЛОРЫ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КОРОЛЕВСТВА МАРОККО И ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКИ МАВРИТАНИИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОГО СОСТОЯНИЯ КАНАРСКОГО АПВЕЛЛИНГА

Промысловые районы Королевства Марокко (КМ) и Исламской Республики Мавритании (ИРМ) расположены в разных климатических зонах (субтропической и тропической соответственно) в области влияния Канарского апвеллинга, играющего важную роль в естественном евтрофировании прибрежных вод. Особое место в исследованиях водной экосистемы региона занимает фитопланктон – основной продуцент органического вещества в воде и непосредственный источник питания планктоноядных рыб. Между тем, таксономический состав и структура альгофлоры КМ и ИРМ в холодный сезон в условиях разного состояния Канарского апвеллинга и, как следствие, разного состояния трофности вод, недостаточно изучены [Семенова, 1978; Семенова и др. 2000, 2002].

Материалом для работы послужили результаты обработки 1233 батометрических проб фитопланктона, а также гидрологических и гидрохимических показателей, собранных на 378 станциях стационарных полигонов в исключительной экономической зоне КМ и ИРМ, на стандартных горизонтах наиболее продуктивного 0-25-метрового слоя воды в январе 1994-2012 гг.

Исследуемый период соответствует началу холодного сезона [Берников и др., 1993], характеризующегося существенной изменчивостью гидрометеорологического режима. Акватория районов в разные годы находилась под большим влиянием холодного Канарского течения (1994, 2005, 2009, 2012) или немалым воздействием теплых тропических вод северной ветви Межпассатного противотечения (1997, 2010). Косвенная оценка состояния подъема вод по фитоиндикаторам [Семенова, Кудерский, 2011] показала, что, за некоторым исключением, заметный активный («свежий», «развивающийся») апвеллинг под влиянием стабильного северо-восточного пассата происходил на шельфе южного подрай-

она КМ, шельфе северного и южного подрайонов ИРМ. Существенное варьирование состояния подъема вод (от «свежего» до «угасающего») по годам, из-за неустойчивости гидродинамических условий и интенсивности пассатных ветров, выявлено на континентальном склоне южного подрайона КМ и южного подрайона ИРМ.

В фитопланктоне КМ и ИРМ за годы гидроэкологического мониторинга идентифицировано 433 вида и внутривидовых таксонов из 8-ми систематических отделов. Основу фитоценотической структуры формировали *Dinophyta* (157), *Bacillariophyta* (151), *Chrysophyta* (72).

Наиболее высоким видовым богатством характеризовался фитопланктон КМ (383), главным образом южного подрайона (344), расположенный в зоне смешения субтропической и тропической флоры. В ИРМ общее число зарегистрированных видов снижалось (253): в северном подрайоне – 210, в южном – 164. Соотношение систематических групп по районам, в условиях разного состояния апвеллинга, варьировало: в северном подрайоне КМ на шельфе в среднем лидировали *Dinophyta* и *Bacillariophyta*, на континентальном склоне – *Dinophyta*, в южном подрайоне КМ и в ИРМ – *Bacillariophyta*.

Фитопланктон мезо-евтрофного мелководного шельфа КМ и ИРМ, вследствие благоприятных биотопических условий, отличался наибольшим числом видов (364) в сравнении с мезотрофным глубоководным континентальным склоном (319).

Потенциально ядовитая флора КМ и ИРМ включала 41 таксон: ИРМ – 28, КМ – больше 35. Авангардное положение занимали *Dinophyta*.

В КМ в холодные годы прослеживалась тенденция повышения разнообразия *Bacillariophyta* – индикаторов активизации апвеллинга и повышения трофности вод. В теплые годы запаздывание наступления холодного сезона и, как следствие, замедление продвижения Канарского течения и Сенегало-Мавританского фронта к югу усиливало влияние на биоту КМ северной ветви Межпассатного противотечения, способствующего заметному возрастанию многообразия *Dinophyta* – показателей фазы «ослабевающего» подъема вод и меньшего трофического статуса.

На акватории ИРМ, в условиях преимущественно активного апвеллинга, повышенной концентрации минерального фосфора в воде и высокой трофности вод, господствующее положение по числу видов занимали *Bacillariophyta*.

Судя по коэффициенту Сёренсена, сходство флоры южного подрайона КМ и района ИРМ относительно велико (0,61).

Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности, увеличивался в зонах повышенной трофности вод, характеризующихся большим содержанием минерального фосфора под воздействием активного подъема вод (южный подрайон КМ, северный подрайон ИРМ). Максимальный индекс выявлен на мезо-евтрофном шельфе. Видовой индекс на шельфе и континентальном склоне южного подрайона КМ по годам изменялись синхронно, северного подрайона ИРМ – в противофазе.

Выявленная неравномерность распределения видового состава фитопланктона на акваториях КМ и ИРМ обуславливается зональными и азональными факторами. Разное состояние Канарского апвеллинга, способствующее адекватной вариабельности природного евтрофирования прибрежных вод, приводит к изменчивости индекса Шеннона, перестройке таксономического состава и структуры альгофлоры.

М. М. Смирнова, Е. Е. Ежова
(Атлантическое отделение Института океанологии
им. П. П. Ширшова РАН, Калининград, Россия)
smirnova-mm@mail.ru, igelinez@gmail.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ КУРШСКОГО ЗАЛИВА В ОКТЯБРЕ 2014 Г. ДЛЯ ОРГАНИЗМОВ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА

С 2010 г. в российской части Куршского залива ежегодно регистрируется присутствие цианобактериальных гепатотоксинов из группы микроцистинов [Ежова и др., 2011; Ezhova et al., 2014]. В литовской части залива микроцистины были зарегистрированы ранее [Paldavičene et al., 2009], но в меньших концентрациях, чем в российской акватории. Показано, что токсичными были не менее половины «цветений» фитопланктона, отмеченных в 2010-2014 гг., а также обнаружена аккумуляция микроцистинов в цепях питания в Куршском заливе. Работ, оценивающих влияние цианотоксинов на организмы Куршского залива, недостаточно [Ежова и др. 2014; Ezhova et al., 2014].

Цель данной работы – описать характер воздействия природной воды, отобранной в период токсичного осеннего «гиперцветения» цианобактерий (03.10.2014 г.) на планктонного рачка *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera) и кладки легочного моллюска *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda).

Вода отобрана в прибрежной зоне Куршского залива, на 14 км Куршской косы. Визуально наблюдалось поверхностное скопление цианобактерий и темно-зеленая пленка, полевой скрининг (Microcystin Strip Test, Abraxis Ltd.) показал присутствие суммарных микроцистинов в концентрации превышающей 10 мкг/л, что послужило основанием для постановки экотоксикологического эксперимента. Последующее аналитическое определение методом ВЭЖХ-МС (Е. Чернова, Я. Русских, НИЦЭБ) уточнило концентрацию суммарных микроцистинов в фильтрате воды (без клеток фитопланктона) до 170 мкг/л. Тестировали воздействие фильтрата природной воды на планктонные и бентосные организмы. Эксперимент проводили в трех повторностях с одноразмерными *Daphnia magna* (10 особей/повторность) и эмбрионами *Lymnaea stagnalis* (36-56 эмбрионов/повторность) из лабораторных культур АО ИОРАН. Исследовали: 1) двигательную активность и выживаемость дафний в неразведенной воде (100 %) и трех разведениях (50 %, 25 %, 10 %); 2) воздействие разведенной

воды (25 %) на развитие и выживаемость эмбрионов прудовика. Кладку с эмбрионами на 3 ч помещали в экспериментальную среду, затем заменяли ее на чистую воду. Опыты сопровождался контролем – чистая вода, также в 3 повторностях (по 10 особей).

Daphnia magna. В контрольной группе не отмечено каких-либо нарушений двигательной активности, жизнедеятельности и случаев гибели рачков. В течение эксперимента контрольные особи линяли и давали потомство. В неразведенной воде залива 53,3 % особей потеряли подвижность через 1 ч экспозиции, все особи погибли через 3 ч. В разведении 50 % большая часть особей сохраняла подвижность до 4 ч (100 % через 20 мин, 76,7 % через 4 ч), через 21 ч все особи погибли. В 25 % разведении 96,7 % особей сохраняли подвижность в течение 4 ч, через 21 ч все особи погибли. В разведении 10 % все особи сохраняли активность в течение 1 ч, через 2-4 ч активно двигались 96,8 %, через 21 ч – 56,7 % и 36,7 % – через сутки. Смертность в 10-кратном разведении составила 40 % через 21 ч.

Эмбрионы Lymnaea stagnalis. Кладки после выдерживания в воде залива приобретали зеленую окраску, т. е. оказались проницаемы для экспериментальной среды и, в частности, сорбировали фикоцианин. После экспозиции в воде залива было отмечено прекращение движения эмбрионов внутри яйца. В чистой воде ни двигательная активность, ни развитие не восстановились. В контроле все эмбрионы, демонстрировавшие подвижность в начале эксперимента, успешно завершили свое развитие через 1-8 суток.

Таким образом, природная вода Куршского залива в период осеннего «гиперцветения» цианнобактерий 2014 г. была остро токсична для планктонных рачков и эмбрионов донных животных, защищенных слизистыми кладками.

**Н. А. Старцева, А. Г. Оханкин,
Е. Л. Воденеева, Ю. А. Ходыкина**
(Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия)
startseva@bio.unn.ru

ВОДОРΟΣЛИ ПЛАНКТОНА МАЛОЙ РЕКИ С АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫМ ВОДОСБОРОМ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КОВА, Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД)

Река Кова является притоком второго порядка р. Волги, протекающей по нагорной части г. Нижнего Новгорода, расположенной в пределах волжско-окского междуречья. Началом р. Ковы считаются родники. На протяжении 1,7 км от истока река заключена в подземный коллектор, а её общая длина составляет 13,1 км. Средняя ширина русла 2,6 м, средняя глубина – 0,8 м, мгновенный расход воды – 0,15 м³/с, объем стока – 4740,0 м³/год, объем сточных вод – 11,4 тыс. м³/год. Ширина поймы колеблется от 8 до 130 м. Площадь водосбора р. Ковы вместе с водосбором её притока – р. Старки, составляет 45,6 км².

Альгологический материал в 2003, 2005 гг. отбирался в среднем и нижнем течении реки 1-2 раза в месяц в весенне-летний сезон. В 2011 и 2012 гг. пробы отбирались еженедельно в нижнем течении с апреля по ноябрь. Сбор и обработка проб велись общепринятыми в гидробиологии методами.

В составе альгофлоры планктона р. Кова обнаружено 230 видов и разновидностей водорослей из 88 родов, 40 семейств, 19 порядков, 11 классов из 9 отделов. По числу таксонов рангом ниже рода лидировали отделы Chlorophyta (92 таксона), Bacillariophyta (81), Cyanophyta (27) и Euglenophyta (19). Наиболее представленными в альгофлоре были порядки Chlorococcales (90 таксонов), Rhaphales (63) и Euglenales (19). Ведущими семействами являлись Scenedesmaceae (38 таксонов), Naviculaceae (31), Euglenaceae (19). К ведущим относились роды Scenedesmus (26), Navicula (16), Euglena (10). Значимыми родами можно также считать Nitzschia (8), Trachelomonas (7), Monoraphidium (6), Pinnularia, Stephanodiscus, Aulacoseira, Gomphonema (по 5 таксонов), которые объединили 40 % общего таксономического разнообразия альгофлоры планктона р. Ковы.

За период исследований диапазон межгодовых колебаний средневегетационной биомассы фитопланктона был незначительным (от 0,14 до 0,45 г/м³). В 2011-2012 гг. максимальные биомассы регистрировались в весенний сезон в конце мая - начале июня (1,72-2,37 г/м³). При этом в альгоценозах в 2011 г. преобладали диатомовые (в основном виды родов Nitzschia и Navicula), а в 2012 г. наряду с ними – эвгленовые водоросли (виды р. Euglena), формировавшие до 47 % общей биомассы фитопланктона. Летом (в июне-июле) обилие фитопланктона значительно снижалось (до 0,50-0,60 г/м³): при превалировании диатомей возрастала ценозообразующая роль эвгленовых, зеленых хлорококковых и сине-зеленых водорослей. Среди них были обычны представители литорального и донного комплексов, попадающие в толщу воды в межень вследствие турбулентции. Это Pinnularia, Nitzschia, Navicula, Cymatopleura solea, виды родов Euglena и Oscillatoria. Данные планктонные альгоценозы характеризовались высоким видовым разнообразием (индекс Шеннона-Уивера изменялся от 3,0 до 4,1 бит/ед. биом.), а удельное видовое богатство составляло 20-65 видов в пробе. Второй и третий пики биомассы наблюдались в августе и были более выражены в 2012 г. (до 1,77 г/м³). Осенью биомасса водорослей, как правило, не превышала 0,05 г/м³. Уровень количественного развития водорослей данного водотока также зависел и от природных явлений, происходящих на водосборе: зачастую сроки депрессий соответствовали периодам ливневых дождей, а общая биомасса фитопланктона коррелировала с количеством выпавших накануне осадков (коэффициент Спирмена $r = -0,40 - -0,45$, при $p = 0,05$). В целом, сезонная динамика обилия потамофитопланктона р. Кова в различные годы исследований характеризовалась незначительной вариабельностью, а уровень развития водорослей позволил отнести данный водный объект к олиготрофному типу.

А. А. Хозяйкин
(Государственный научно-исследовательский
институт озерного и речного рыбного хозяйства,
Санкт-Петербург, Россия)
anatolijx@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОЛХОВСКОГО ШЛЮЗА НА ЗООПЛАНКТОН РЕКИ ВОЛХОВ

Изучение зоопланктона р. Волхов проводилось в рамках комплексного экологического исследования воздействия выполнения гидротехнических работ по реконструкции Волховского шлюза.

Волховский шлюз – однокамерный, однопороговый судоходный шлюз со стенкой падения. Расположен в деривационном канале на правом берегу р. Волхов, в 126 км от ее устья. Максимальный расчетный напор составляет 13,47 м, напор при НПУ – 10,81 м. Общая длина шлюза между наружными границами устоев – 225,5 м. Ширина камеры – 17,07 м.

Возможное негативное воздействие на водные биологические ресурсы при реконструкции Волховского шлюза ожидается за счет образования зоны повышенной концентрации взвешенных веществ, при переходе во взвесь пылеватых частиц бетона при его удалении со стен в шлюзе и других работах.

Сбор и обработка материала осуществлялась в соответствии с общепринятыми методиками. Пробы отбирались в летний и осенний период 2013 г. и летом 2014 г. на трёх створах (1, 2, 3): на расстоянии соответственно около 0,3 км, 0,5 км и 3 км ниже плотины Волховской ГЭС.

Видовой состав зоопланктона в период исследований включал 23 таксона, из них: 8 – коловратки, 11 – кладоцеры и 4 – копеподы. На станциях в составе зоопланктона встречалось от 6 до 17 таксонов. Видовой состав зоопланктона р. Волхов на исследуемом участке в 2013-2014 гг. был образован широко распространенными эврибионтными видами. Изменения видовой структуры более ярко проявлялись в сезонном аспекте, и менее в межгодовом.

Количественные показатели зоопланктона в период исследований варьировали: численность от 0,153 до 6,917 тыс. экз./м³, биомасса – от 0,005 до 0,155 г/м³.

Летом 2014 г. по сравнению с летом 2013 г. численность сообщества была выше в два с половиной, а биомасса в три раза.

В период исследований, как по численности, так и по биомассе доминировали ракообразные – копеподы. Доля кладоцер в составе сообщества по мере удаления от шлюзов возрастала.

Копеподы доминировали в сообществе по численности и биомассе. На створах 1 и 2 преобладал в группе рачок *Mesocyclops leuckarti*, на створе 3 – *Eudiaptomus graciloides*.

В период наблюдений доля кладоцер и коловраток в сообществе возрастала от 1 к 3 створу. В зоопланктоне по численности преобладали мелкие виды кладоцер – *Chydorus sphaericus*, *Eubosmina thersites* и *Bosmina longirostris*, по биомассе летом существенный вклад вносили более крупные виды – *Limnospida frontosa* и *Diaphanosoma brachyurum*. Количественные показатели возрастали на створе 3 в прибрежной части в 2013 г. в 3-5 раз, в 2014 г. – на порядок величин.

В створе 1 и 2 отмечался высокий процент травмированных ракообразных. Повреждения наблюдались у существенной части ракообразных (10-30 %), также отмечалось наличие большого числа пустых створок кладоцер на створах 1 и в меньшей степени створе 2.

Таким образом, в районе работ наблюдается обеднение видового состава, структуры сообщества и снижение его количественных показателей.

Наблюдаемое негативное воздействие есть результат комплексного воздействия Волховской ГЭС.

Наблюдается тенденция восстановления биоразнообразия сообщества и увеличение его количественных показателей по мере удаления от участка работ.

**Е. Н. Чернова¹, Е. Е. Ежова², Е. К. Ланге²,
Я. В. Русских¹, М. М. Смирнова²**

¹ Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия;

² Атлантическое отделение Института океанологии им. П. П. Шишова РАН, Калининград, Россия)

s3561389@yandex.ru, igelinez@gmail.com,
evlange@gmail.com, yanarussk@gmail.com,
smirnova-mm@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ ЦИАНОТОКСИНОВ В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ В ИЮЛЕ 2014 ГОДА

Цветения синезеленых водорослей регулярно происходят в Балтийском море, в последние десятилетия они регистрируются более часто и могут покрывать площадь свыше 100000 км², являясь, вероятно, самыми обширными в мире [Hansson, 2006]. Цветения в Балтийском море формируют, в основном, *Aphanizomenon flos-aquae*, виды рода *Anabaena* и *Nodularia spumigena*. Последний является токсичным видом и продуцирует гепатотоксин, пентапептид нодулярин-R (NOD-R) [Carmichael et al., 1988]. В Балтике регистрируется также, хотя и существенно в меньшей степени, другой цианобактериальный гепатотоксин – микроцистин-LR (MC-LR). Его присутствие связано с цианобактериями из родов *Microcystis*, *Planktothrix* (*Oscillatoria*) и *Anabaena*. Существенное преобладание именно этих двух разновидностей цианотоксинов можно считать [Kankaanpää et al., 2009] спе-

цифической химической характеристикой Балтийского моря. По литературным данным [Chogus, 2001] от 25 до 75 % всех отмечающихся цианобактериальных цветений в Балтике – токсичны.

В 127-м рейсе НИС «ПРОФЕССОР ШТОКМАН», при проведении подспутниковых измерений характеристик фитопланктона, 26-29 июля были отобраны пробы воды для определения содержания цианотоксинов и пробы фитопланктона из горизонта 0-0,5 м. Пробы отбирали на 11 станциях, расположенных в российской экономической зоне в Юго-Восточной Балтике (далее ИЭЗ), в Южной и Западной Балтике, до пролива Зунд включительно. Определение цианотоксинов выполнено методом жидкостной хромато-масс-спектрометрии, пробы фитопланктона обработаны в соответствии с рекомендациями HELCOM.

Детектировано четыре цианобактериальных гепатотоксина, являющихся гидрофильными аргинин-содержащими представителями микроцистинов: MC-LR, деметилированная форма MC-LR, MC-RR и NOD-R. Зарегистрированы концентрации микроцистинов на уровне десятков нг/л вблизи Балтийского пролива, над Гданьской впадиной и в пр. Зунд. Максимальная концентрация микроцистина-LR, а также наибольшее суммарное количество микроцистинов детектировано, на небольшом удалении от Балтийского пролива над Гданьской впадиной, в зоне влияния вод Вислинского залива.

Нодулярин-R (m/z 825) детектирован на пяти станциях над Гданьской впадиной, над Борнхольмской впадиной и в пр. Зунд. Максимум отмечен в пр. Зунд (583 нг/л), минимум (145 нг/л) – в ИЭЗ РФ. Присутствие нодулярина подтверждено данными tandemных спектров.

Уровень вегетации цианобактерий был сравнительно низким, и цветение воды цианобактериями наблюдалось только в пр. Зунд. В составе фитопланктона цианобактерии доминировали (19-45 % общей биомассы) на 7 из 11 станций, составляя в среднем 70 ± 22 мг/м³. Из потенциально токсичных цианобактерий наиболее часто, в 73 % проб, встречен *Aph. flos-aquae* (208 мг/м³, пр. Зунд). В 36 % проб отмечены *Anabaena* spp. и *Nodularia spumigena*. Виды *Woronichinia* spp. и *Anabaenopsis* sp. обнаружены единожды в зоне влияния вод Вислинского залива. На разных станциях доминировали *Aph. flos-aquae*, *N. spumigena* и виды порядка Oscillatoriales.

Редкое присутствие и низкие концентрации микроцистинов в обследованном районе хорошо соотносится с небольшой зоной влияния слабосоленоватых вод Вислинского залива с характерными для них видами цианобактерий, потенциально способных продуцировать микроцистины. Концентрация нодулярина, в общем, возрастала по мере приближения к Датским проливам и, в большинстве случаев, наличие нодулярина соотносилось с присутствием *N. spumigena* в пробах, однако, ее количественные показатели не коррелировали с концентрациями NOD-R.

Работа выполнена в рамках бюджетной темы АО ИОРАН №ГР 01201376664 и при поддержке гранта РФФИ № 13-08-01147.

Н. В. Шадрин^{1, 2}, Е. В. Ануфриева^{1, 2}, Ф. Конг²

*(¹Институт биологии южных морей,
Севастополь, Россия;*

²Институт минеральных ресурсов, Пекин, Китай)

snickolai@yandex.ru

ГИБРИДНАЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА СОЛЕНОГО ОЗЕРА ЮНЬЧЭН (КИТАЙ): ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЗООПЛАНКТОНУ

Соленое оз. Юньчэн (Yuncheng) расположено в китайской провинции Шаньси, его площадь – 132 км². Изолированный водосборный бассейн озера расположен между 110°15'-110°46' с.ш. и 34°40'-35°38' в.д., занимая площадь около 6100 км². Самое раннее в мире использование соли, доказанное археологами, происходило на нем около 6000 лет до н. э. Благодаря добыче соли, берега озера были одним из основных центров формирования китайской цивилизации. Как показано, не менее 5 тысяч лет антропогенная деятельность влияет на динамику озера в степени, сопоставимой с влиянием климатических флуктуаций.

В настоящее время не существует единого оз. Юньчэн. После тысячелетий человеческих вмешательств это – сложная гидроэкосистема разных в разной степени взаимосвязанных озерных акваторий, прудов, каналов, с целенаправленной регуляцией большинства из них. Эта система не является ни чисто природной, ни искусственно созданной, она является гибридной природно-техногенной системой. Эта система многопланово используется людьми: химические производства по экстракции разных солей, сброс муниципальных, сельскохозяйственных и промышленных сточных вод, культивирование рыб, креветок, заготовка артемий, рыболовство, разведение уток, туризм, свалка мусора и т. д. В большинстве случаев разнообразная хозяйственная деятельность наносит ущерб самой себе и усугубляет экологический кризис гидроэкосистемы. При этом гидроэкосистема остается слабо изученной. Лишь разрозненные гидробиологические исследования проведены, в частности, в экосистеме отмечено 222 вида водорослей и цианобактерий (35 Cyanobacteria, 93 Chlorophyta, 83 Euglenophyta, 2 Xanthophyta, 9 Charophyta). Проведенные нами исследования показали большое разнообразие водных местообитаний в системе, так, например, соленость изменялась в диапазоне от 5 до 340 г/л. В ряде прудов с соленостью выше 180 г/л наблюдали «цветение» *Dunaliella*, в прудах с меньшей соленостью – цианобактерий или неидентифицированных зеленых водорослей. Зоопланктон отсутствовал лишь в одном пруду из 24 обследованных, где наблюдалось интенсивное «цветение» в планктоне Chlorophyta, и в пасмурный день взятия проб дневная концентрация кислорода была равна нулю. Во всех остальных пробах (диапазон солености 10-340 г/л) присутствовали разные стадии *Artemia sinica* и Cyclopoida. В части озера, где наблюдалось «цветение» цианобактерий при солености 10 г/л, наиболее массовыми были коловратки. Численность артемий доходила до 80 экз./л, а Cyclopoida – до 230 экз./л. При солености ниже 50-60 г/л в планктоне присутст-

вовали лишь яйца и науплии/метанауплии артемий. Благодаря высокому разнообразию водных биотопов и воздействующих антропогенных факторов, которые представлены в разнообразных сочетаниях, гидроэкосистема оз. Юньчэн может рассматриваться как уникальный полигон для изучения взаимодействия разных факторов в определении видовой структуры и численности зоопланктона в континентальных соленых водоемах. Продукция ракообразных в оз. Юньчэн поддерживает развитие и существование многочисленных водных птиц, включая редких *Himantopus himantopus* и *Recurvirostra avosetta*, а также использование прудов для выращивания рыб, креветок. В ряде прудов уже 10 лет идет заготовка цист и биомассы взрослых артемий. Поэтому изучение зоопланктона озера имеет и прикладное значение.

**Г. В. Шурганова, М. Ю. Ильин,
И. А. Кудрин, Д. Е. Гаврилко**
(Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия)
galina.nngu@mail.ru

ПЛАНКТОННЫЕ ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ ВОДОТОКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Интерес ученых к быстрому вторжению видов-вселенцев в водоемы и водотоки многих стран мира не ослабевает. Для адекватного и корректного выявления направлений и скорости распространения видов-вселенцев необходимо знать не только особенности их биологии, но и особенности региональной адаптации к условиям водотоков и водоемов, расположенных в различных природных зонах регионов исследования, испытывающих разные уровни антропогенного загрязнения и эвтрофирования.

Нижегородская область отличается большим ландшафтным разнообразием. Волга является основной природной границей и делит область на Приволжскую возвышенность и левобережное низменное Заволжье с характерными для них рельефом и климатом. Водоемы и водотоки области существенно различаются уровнем антропогенного загрязнения и эвтрофирования.

Североамериканский вид *Kellicottia bostoniensis* (Rousvelt, 1908) был обнаружен в озерах запада и юго-запада Нижегородской области Н. Г. Баяновым [2014]. Сведения о видах-вселенцах водотоков области в литературе отсутствуют за исключением нашей краткой информации об обнаружении вида *K. bostoniensis* в среднем течении р. Керженец в 2013 г. [Ильин, Шурганова, Кудрин, 2014].

Исследования проводились в июле 2013 г. и 2014 г. в Левобережном Заволжье – на р. Керженец и его пяти притоках, протекающих по территории ГПБЗ «Керженский» – при минимальной антропогенной нагрузке, на Приволжской возвышенности – на р. Сережа, граничащей с охотничьим заказником «Пустынский» а также на основных водотоках, протекающих по антропогенно

нарушенным территориям г. Нижнего Новгорода и испытывающим наибольшее антропогенное воздействие (реки Ржавка, Борзовка, Левинка, Параша, Черная, Гниличка, Шуваловский канал, расположенные в заречной низинной части города, а также реки Кова, Старка, Рахма – в нагорной части города). Всего было собрано, обработано и проанализировано более 120 проб зоопланктона.

Анализ полученных результатов показал, что вследствие большой биотопической неоднородности на притоках р. Керженец не выделяется значительных по протяженности зон, характеризующихся сходством видовой структуры зоопланктона. Распространение *K. bostoniensis* как в 2013 г., так и в 2014 г. в р. Керженец и ее притоках было не повсеместным. Доля вида *K. bostoniensis* была невысокой (от 1,2 до 9,0 % от общей численности зоопланктона).

Зоопланктон р. Сережа, испытывающей умеренное антропогенное загрязнение и эвтрофирование, в июле 2013 г. характеризовался высокой степенью сходства видовой структуры, а вид *K. bostoniensis* был широко распространен и доминировал (10,3-64,0 % от общей численности зоопланктона).

Водотоки города Нижнего Новгорода, находящиеся под многокомпонентным антропогенным прессом, делятся по показателям зоопланктона на 2 группы: водотоки с нарушенной видовой структурой зоопланктона, деградирующие (реки Старка, Кова, Ржавка) и эвтрофированные водотоки с нормальным развитием зоопланктона (реки Левинка, Черная, Шуваловский канал). Вид *K. bostoniensis* был чрезвычайно малочисленным в первой группе водотоков и достигал высоких значений количественного развития во второй.

Таким образом, вид-вселенец *K. bostoniensis* распространен в водотоках Нижегородской области достаточно широко. Максимальная численность и частота встречаемости была зарегистрирована в эвтрофированных водотоках. Относительно чистые и сильно загрязненные водотоки характеризовались низкой численностью вида *K. bostoniensis*.

Второй вид-вселенец *Diaphanosoma orghidani* (Negrea, 1982) был обнаружен лишь в одном из обследованных водотоков – Шуваловском канале. Численность этого вида колебалась в широких пределах: от 31 до 1461 экз./м³. Вид распространен преимущественно на участках озерных расширений водотока, находящихся в относительной близости от устья р. Оки, в котором он был зарегистрирован нами еще в 2010 г. Поэтому нахождение этого вида в Шуваловском канале ожидаемо.

Секция 5: ПРОБЛЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ПО ПЛАНКТОНУ МОРСКИХ И ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

А. В. Долгов¹, Е. Эриксен², Х.-Р. Шулда², П. Дальнададо²
(¹Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного
хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, Мурманск, Россия;
²Институт морских исследований, Берген, Норвегия)
dolgov@pinro.ru

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ЭВФАУЗИИД И ИХ РОЛИ В ЭКОСИСТЕМЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Оценка эвфаузиид в Баренцевом море традиционно проводится Полярным институтом ПИНРО с 50-х годов прошлого века с использованием притральной сети в осенне-зимний период, когда рачки опускаются в нижние слои воды и не совершают интенсивных суточных вертикальных миграций. С 2000-х годов стал проводиться учет эвфаузиид в совместной российско-норвежской экосистемной съемке с использованием пелагического трала в летне-осенний период, когда отмечается их интенсивное выедание различными видами рыб.

Было проведено сравнение распределения скоплений и оценок численности и биомассы эвфаузиид в эти два различных сезона различными орудиями лова. Анализ полученных данных показал, что, несмотря на различную долгосрочную динамику численности эвфаузиид в этих съемках, выявленные различия в оценках эвфаузиид достаточно хорошо объясняются уровнем их выедания массовыми рыбами (мойва и 0-группа трески).

Выполнен сравнительный анализ уловистости и адекватности использованных орудий лова (притральная сеть, пелагический трал) для получения объективных оценок распределения и численности эвфаузиид в Баренцевом море.

Л. И. Кузьмина
(Якутский филиал Госрыбцентр, Якутск, Россия)
grs-sakha@mail.ru

КРАТКИЙ ОЧЕРК О ЗООПЛАНКТОНЕ СВЕТЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Светлинское водохранилище – второе в Вилюйском каскаде ГЭС, расположено в среднем течении р. Вилюй, в 1206,8 км от ее устья, создано в 2004 г. Водохранилище – относительно небольшое по площади и объему, его длина – 138 км, наибольшая глубина – 50 м, ширина – около 500 м, нормальный подпорный уровень – 175,0 м.

Как водный объект Светлинское водохранилище относится к речному типу и представляет большой интерес для исследователей, однако, опубликованных данных по зоопланктону нет. Нами впервые собран материал в июле 2013 г. поэтому целью работы является установление различий качественного и количественного состава зоопланктона в зависимости от участка водохранилища и определение коэффициента потери организмов при разных фильтрационных методиках отбора.

Сбор и обработку проб 2013 г. проводили по общепринятой методике Киселева [1956], Абакумова [1983]. При отборе проб использовали метод процеживания определенного объема воды ведром через качественную сеть Апштейна и пропусканием через количественную сеть Джели цилиндра воды с последующей фиксацией 4 % раствором формалина. Пробы просматривались под биноклем и микроскопом. Расчет численности и биомассы организмов зоопланктона производился на 1 м³. Биомасса рассчитывалась путем перевода численности на индивидуальный вес организмов, исходя из зависимости между длиной и массой тела. Определение организмов зоопланктона проводили с помощью широко используемых определителей. По данным наших исследований 2013 г. видовой состав зоопланктона Светлинского водохранилища был представлен 20 таксонами видового и надвидового ранга, относящимися к 3 классам, 7 отрядам, 11 семействам и 17 родам. Распределение зоопланктона по акватории водохранилища неравномерно. Наиболее благоприятные условия для развития зоопланктона создаются в заливах водохранилища, где средняя численность составляет 1366-42613 экз./м³ при биомассе 32,93-1030,73 мг/м³. В устьях притоков отмечается невысокая численность и биомасса зоопланктона невысоки: в среднем 489 экз./м³ и 6,20 мг/м³. Стрежень водохранилища населяют преимущественно веслоногие ракообразные (1534 экз./м³ и 51,76 мг/м³), плотность ветвистоусых составляет 95 экз./м³ при биомассе 4,51 мг/м³. Численность и биомасса зоопланктона в нижнем бьефе (вне зоны водохранилища) составляют 140-700 экз./м³ и 3,6-30,0 мг/м³, соответственно.

Исследования Светлинского водохранилища в настоящее время проводятся по определению коэффициента потери организмов.

К. А. Подгорный, О. А. Дмитриева
(Атлантический научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Калининград, Россия)
kapborok@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ СОЛЕНОСТЬЮ ВОДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ФИТОПЛАНКТОНА ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Вислинский залив – солоноватоводная лагуна, расположенная на юго-востоке Балтийского моря. В течение вегетационного периода средние значения солености воды приближаются к «критическим» 3-5 ‰ [Хлебович, 1974]. Целью работы было проанализировать возможные связи между соленостью воды и биомассой разных систематических групп фитопланктона. Для выполне-

ния статистического анализа в пакете программ Statistica были использованы материалы многолетних ежемесячных (с апрель по ноябрь) наблюдений фитопланктона и солености воды за период 2002-2010 гг.

Установлено, что для зависимости биомассы диатомовых водорослей (B_{Bacill} , г/м³) от S_w уравнение регрессии имеет следующий вид: $B_{Bacill} = 68,85 - 54,85S_w + 14,52S_w^2 - 1,26S_w^3$, ($R^2 = 0,73$). Средняя биомасса диатомовых водорослей в диапазоне солености воды от 2 до 3,2 ‰ уменьшается с 6,5 до 1,0 г/м³. При дальнейшем увеличении солености (с 3,2 до 5 ‰) средняя биомасса диатомовых водорослей изменяется незначительно и составляет менее 2 г/м³.

Для зависимости биомассы зеленых водорослей (B_{Chlor} , г/м³) от S_w уравнение регрессии имеет следующий вид: $B_{Chlor} = 8,14 - 5,62S_w + 1,52S_w^2 - 0,12S_w^3$, ($R^2 = 0,32$).

В диапазоне солености от 2 до 3,2 ‰ биомасса зеленых водорослей от солености воды практически не зависит. При изменении солености от 3,2 до 5 ‰ средняя биомасса зеленых водорослей возрастает примерно с 1,8 до 3,0 г/м³. При этом имеет место достаточно сильный разброс данных по биомассе.

Для зависимости биомассы синезеленых водорослей (B_{Cyan} , г/м³) от S_w уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$B_{Cyan} = 39,65 - 39,21S_w + 12,1S_w^2 - 1,1S_w^3, (R^2 = 0,43).$$

В диапазоне солености от 2 до 3,2 ‰ биомасса синезеленых водорослей от солености не зависит и составляет <1 г/м³. При изменении солености от 3,2 до 5 ‰ средняя биомасса синезеленых возрастает примерно с 1,0 до 9,0 г/м³. При этом при значениях солености воды 3,5-4,5 ‰ имеет место достаточно сильный разброс данных по биомассе – отдельные значения составляют 10-12,3 г/м³ и выходят за границы доверительного интервала. Уравнения регрессии $B_{Chlor} = f(S_w)$ и $B_{Cyan} = f(S_w)$ в целом имеют одинаковые качественные особенности.

Для биомассы всех других систематических групп водорослей (преимущественно динофитовых и криптофитовых) (B_{Other} , г/м³) уравнение регрессии имеет следующий вид: $B_{Other} = 46,87 - 35,94S_w + 9,09S_w^2 - 0,75S_w^3$, ($R^2 = 0,72$).

Средняя биомасса водорослей в диапазоне солености воды от 2 до 3,2 ‰ уменьшается с 5,0 до 0,5 г/м³. При дальнейшем увеличении солености (с 3,2 до 5 ‰) средняя биомасса B_{Other} водорослей изменяется незначительно и составляет менее 1 г/м³. Уравнения регрессии $B_{Bacill} = f(S_w)$ и $B_{Other} = f(S_w)$ имеют одинаковые качественные особенности.

Таким образом, проведенный нелинейный корреляционный анализ данных показал, что характер зависимостей биомассы отдельных систематических групп фитопланктона от значений солености воды существенно различается. При изменении солености воды от 2 до 3,2 ‰ биомассы зеленых и синезеленых водорослей от величины S_w практически не зависят. Аналогичным образом, в диапазоне солености 3-5 ‰ средние биомассы диатомовых водорослей изменяются незначительно.

Для общей биомассы фитопланктона уравнение регрессии $B_{tot_Phytopl} = f(S_w)$ имеет следующий вид: $B_{tot_Phytopl} = 159,98 - 130,31S_w + 35,30S_w^2 - 3,02S_w^3$, ($R^2 = 0,49$).

Средняя суммарная биомасса фитопланктона в диапазоне солености воды от 2 до 3,2 ‰ уменьшается примерно с 15,0 до 4,0 г/м³. При дальнейшем увеличении солености (с 3,2 до 5 ‰) средняя суммарная биомасса возрастет – в среднем до 14 г/м³. Таким образом, при значении солености воды 3,0-3,2 ‰ наблюдается минимум суммарной биомассы, который обусловлен разным характером связи биомассы отдельных систематических групп фитопланктона и солености воды.

**И. П. Прокопчук¹, А. В. Долгов¹, П. Дальнададо², Е. Эриксен²,
В. Н. Нестерова¹, А. Н. Бензик¹, А. С. Орлова¹**

(¹Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича, Мурманск, Россия;

²Институт морских исследований, Берген, Норвегия)

irene_pr@pinro.ru

СОВМЕСТНЫЕ РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНКТОНА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Сотрудничество между Полярным институтом (ПИНРО, Россия) и институтом морских исследований (г. Берген, Норвегия) в области исследований планктона в Баренцевом море было начато в 2000-х годах. Несколько направлений были выбраны в качестве приоритетных.

С 2004 г. в ходе совместной экосистемной съемки Баренцева моря ПИНРО и ИМИ ежегодно собираются материалы по мезозoopланктону, что позволяет проводить оценку распределения биомассы зоопланктона на всей акватории моря. В этой же съемке выполняется количественный учет эвфаузиид и медуз с использованием пелагического трала.

В 2004-2005 гг. и 2013 г. были выполнены работы по интеркалибровке планктонных сетей, используемых в ПИНРО (сеть Джеди) и в ИМИ (сеть WP2). Предварительные результаты анализа биомассы, видового состава и численности мезозoopланктона показали достаточно близкие значения этих параметров по уловам двух сетей. Детальный анализ результатов будет выполнен после завершения обработки всех собранных проб.

Проводится также обмен данными по численности трех видов рода *Calanus* на двух стандартных океанографических разрезах – «Фулей-Медвежий» (ИМИ) и «Кольский меридиан» (ПИНРО) для оценки приноса зоопланктона из Норвежского и Баренцева морей. Несмотря на существенные различия в уровне численности *Calanus finmarchicus* на этих разрезах, общая тенденция в межгодовой динамике была сходной. В то же время для *C. hyperboreus* и *C. glacialis* такая закономерность не отмечалась, что, вероятно, связано с особенностями их жизненного цикла и географического распределения. Кроме того, в 2014-2015 гг. был выполнен комплекс работ по сбору макрозоопланктона притральной сетью по методике, принятой в ПИНРО, в различные сезоны года для изучения возможности альтернативной оценки эвфаузиид в эти периоды.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- 1 Alekseev V. R. 33
- 2 Bazykin G. A. 32
- 3 Ezhova M. A. 32
- 4 Gafurov A. R. 32
- 5 Gusev P. O. 32
- 6 Kolbasova G. D. 32
- 7 Konovalova O. P. 32
- 8 Kotlov N. U. 32
- 9 Lanina N. O. 32
- 10 Lapashina A. S. 32
- 11 Martynova D. M. 92
- 12 Medvedev D. O. 32
- 13 Nosikova K. S. 32
- 14 Nuzhdina E. O. 32
- 15 Pertsov N. A. 32
- 16 Sukhikh N. M. 33
- 17 Zalevsky A. O. 32
- 18 Zheludkevich A. A. 32
- 19 Абдуллаева К. М. 39
- 20 Абросимова Э. В. 115
- 21 Айрапетян А. О. 17
- 22 Айтимова А. М. 118
- 23 Андронов В. Н. 25
- 24 Ануфриева Е. В. 94, 134
- 25 Архипов А. Г. 34
- 26 Бариева Ф. Ф. 20
- 27 Беленикина О. А. 116
- 28 Бензик А. Н. 46, 140
- 29 Бирюкова М. Г. 118
- 30 Бойкова О. С. 95
- 31 Болотов С. Э. 17
- 32 Васильева Т. Г. 36
- 33 Вежновец В. В. 11, 60
- 34 Воденеева Е. Л. 106, 129
- 35 Воякина Е. Ю. 37, 107
- 36 Гаврилко Д. Е. 135
- 37 Гасанова А. Ш. 96
- 38 Георгиева Е. Ю. 38
- 39 Герасимов Б. В. 17
- 40 Гладышев М. И. 23
- 41 Головатюк Л. В. 115
- 42 Голубева Д. О. 120
- 43 Гончаров А. В. 39
- 44 Гордеева А. С. 98
- 45 Горохова О. Г. 41
- 46 Грабко О. Г. 59
- 47 Гусаков В. А. 115
- 48 Гусева Д. О. 42
- 49 Гусейнов К. М. 96
- 50 Гусейнов М. К. 96
- 51 Давидович П. 23
- 52 Дальпадало П. 137, 140
- 53 Демерецкиене Н. Е. 109
- 54 Демчук А. С. 73
- 55 Деревенская О. Ю. 20, 43
- 56 Джаяни Е. А. 110
- 57 Дзиаловский А. Р. 23
- 58 Дмитриева О. А. 45, 138
- 59 Долгов А. В. 38, 46, 92, 137, 140
- 60 Дудина Т. В. 47
- 61 Дулепова И. П. 12
- 62 Дюшков Н. П. 49
- 63 Ежова Е. Е. 112, 128, 132
- 64 Жаковская З. А. 37
- 65 Жапецкий М. 23
- 66 Жихарев В. С. 98
- 67 Жук Е. А. 50
- 68 Заремба Н. Б. 113
- 69 Зинченко Т. Д. 41, 115
- 70 Ильин М. Ю. 98, 120, 135
- 71 Ильяш Л. В. 75
- 72 Капков В. И. 116
- 73 Карапун М. Ю. 118
- 74 Карасева Е. М. 52
- 75 Карпинский М. Г. 13
- 76 Козлов О. В. 53
- 77 Конг Ф. 134
- 78 Копылов А. И. 19
- 79 Корнева Л. Г. 15, 78
- 80 Коровчинский Н. М. 16, 95
- 81 Косолапов Д. Б. 17
- 82 Костшевска-Шлаковска И. 23
- 83 Крылов А. В. 17, 55
- 84 Кудерский С. К. 59, 124, 126
- 85 Кудрин И. А. 98, 120, 135
- 86 Кузнецова Е. М. 56
- 87 Кузьмина Л. И. 137
- 88 Кукуев Е. И. 59
- 89 Лавров В. Л. 55
- 90 Ладыгина Л. В. 69
- 91 Лазарева В. И. 19, 115
- 92 Ланге Е. К. 102, 112, 132
- 93 Ларионов В. В. 57
- 94 Лидванов В. В. 34, 59
- 95 Лисицкая Е. В. 69
- 96 Литвинова А. Г. 60
- 97 Лифанчук А. В. 62
- 98 Лямин А. Г. 65
- 99 Лямина Н. В. 66
- 100 Лятун М. В. 70

- 101 Мазур-Маржец Х. 112
- 102 Майсак Н. Н. 23
- 103 Малашенков Д. В. 116
- 104 Малинина Ю. А. 63
- 105 Мельников А. В. 65
- 106 Мельникова Е. Б. 66
- 107 Мингазова Н. М. 20, 26, 43
- 108 Мнацаканова Е. А. 124
- 109 Науменко Е. Н. 42, 100, 101
- 110 Неретина А. Н. 27, 32
- 111 Нестерова В. Н. 30, 46, 92, 140
- 112 Новичкова А. А. 68
- 113 Орлова А. С. 46, 98, 140
- 114 Охапкин А. Г. 106, 129
- 115 Пак Р. А. 34
- 116 Палагушкина О. В. 20
- 117 Патокина Ф. А. 36
- 118 Паутова Л. А. 62
- 119 Пиркова А. В. 69
- 120 Попова Е. В. 29
- 121 Подгорный К. А. 45, 138
- 122 Полунина Ю. Ю. 70, 103
- 123 Полюшкова А. А. 106
- 124 Полякова Н. В. 71, 73
- 125 Прокопчук И. П. 30, 46, 98, 140
- 126 Прудковский А. А. 74
- 127 Радченко И. Г. 75
- 128 Разлуцкий В. И. 23
- 129 Родионова Н. В. 103
- 130 Романова Н. Д. 77
- 131 Русских Я. В. 37, 112, 132
- 132 Рябинина З. Н. 122
- 133 Рябухина М. В. 122
- 134 Сажин А. Ф. 77
- 135 Сахарова Е. Г. 78
- 136 Семенова А. С. 45
- 137 Семёнова С. Н. 124, 126
- 138 Силкин В. А. 62
- 139 Синев А. Ю. 68
- 140 Скарлато С. О. 21
- 141 Смирнова М. М. 112, 128, 132
- 142 Сологуб Д. О. 79
- 143 Старцева Н. А. 129
- 144 Стельмах Л. В. 38, 81
- 145 Степанова О. А. 82
- 146 Стонт Ж. И. 112
- 147 Судник С. А. 83
- 148 Сущик Н. Н. 23
- 149 Телеш И. В. 22
- 150 Трифонов А. Е. 85
- 151 Тюкина О. С. 86, 92
- 152 Уразбаева М. А. 88
- 153 Ушакова А. Ю. 101
- 154 Федоров А. В. 62
- 155 Фенева И. Ю. 23
- 156 Ходыкина Ю. А. 129
- 157 Хозяйкин А. А. 131
- 158 Цельмович О. Л. 55
- 159 Чалова И. В. 55
- 160 Чернова Е. Н. 37, 112, 132
- 161 Шадрин Н. В. 94, 134
- 162 Шебанова М. А. 89
- 163 Шевченко В. П. 75
- 164 Шевченко П. С. 55
- 165 Шитиков В. К. 115
- 166 Шмелева А. А. 30
- 167 Шулдал Х.-Р. 137
- 168 Шурганова Г. В. 98, 120, 135
- 169 Щербань С. А. 30
- 170 Щербатенко Л. С. 30
- 171 Щука С. А. 90
- 172 Щука Т. А. 90
- 173 Эриксен Е. 137, 140
- 174 Юлова Г. А. 106
- 175 Юрченко В. В. 118
- 176 Ясакова О. Н. 104