

ПОДСЕКЦИЯ «ГИДРОБИОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ»

Влияние комплекса природно-климатических и антропогенных факторов на загрязнение атмосферы в городе Махачкала

Амирханова Н.А., Закуева Н.Р. (Махачкала, nadya_amir@mail.ru)

Город Махачкала расположен в зоне морского умеренно-континентального климата, в юго-восточной части Северного Кавказа, на Западном побережье Каспийского моря, у подножья горы Тарки-Тау. Негативное влияние антропогенных факторов на окружающую среду является на сегодняшний день проблемой, требующей первоочередного решения. С каждым годом растет число автотранспортных средств, совершенствуются системы отопления частного сектора, выбросы которых осуществляются в приземный слой атмосферы. Целью исследования является изучение влияния комплекса природно-климатических и антропогенных факторов на загрязнение приземного слоя атмосферы города Махачкала. Основой для данной работы послужили метеоданные за 1998-2008 гг, предоставленные Дагестанским Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ДагЦГМС), а также по промышленным и транспортным выбросам двуокиси азота, двуокиси серы и оксиду углерода, предоставленные РОСТЕХНАДЗОРОм. Исследования выполнялись на базе комплексной лаборатории Мониторинга среды ДагЦГМС. Степень загрязнения приземного слоя атмосферы определялась на трех городских стационарных постах в разных районах города с различной интенсивностью загрязнения. В исследуемый период произошло резкое увеличение выбросов оксидов азота (1998 г.- 0,208 тыс. тонн/год, 2002 г.-0,274 тыс. тонн/год), оксида углерода (1998 г.-31,723 тыс. тонн/год, 2002 г.- 36,790 тыс. тонн/год), т.к. в этот период происходил рост городского автопарка. Максимальное количество выбросов двуокиси серы в воздухе наблюдалось в 2001 году (0,174 тыс. тонн/год), а в последующие годы эти показатели уменьшались из-за развала промышленного производства, внесившего основной вклад в загрязнение атмосферы окислами серы. Анализ полученных данных показал, что основной вклад в загрязнение атмосферы в Махачкале (более 80%) вносит автотранспорт, поэтому наибольшие концентрации вредных веществ наблюдаются на стационарном посту, расположенном вблизи крупной автомагистрали (пр. Шамиля), наименьшие – на посту, расположенном на возвышенности и вдали от оживленных автотрасс. В формировании полей загрязнения большую роль играют рельеф местности и метеорологические факторы. В Махачкале преобладают ветры северо-западного направления. При смене ветра на юго-восточный наблюдается увеличение концентрации примесей в воздухе, что связано с расположением крупных промышленных предприятий, находящихся на южной окраине города (городская ТЭЦ). На скорость распространения загрязнения и концентрации в отдельных зонах города значительно влияют температурные инверсии, возникающие при штилевой погоде (75% случаев) и при слабых ветрах (от 1 до 4 м/с), что чаще наблюдается в зимние месяцы. Летом большое влияние на изменение концентраций примесей в атмосфере оказывает солнечная радиация, так как она обуславливает формирование вторичных продуктов загрязнения, обладающих часто более токсичными свойствами, чем вещества, поступающие от источников выбросов.

Таким образом, учитывая существенную изменчивость комплекса природно-антропогенных факторов в Махачкале, прогноз их влияния на загрязнение в долгосрочной перспективе можно определять лишь в обобщенном виде.

Эколого-географическая обусловленность онкозаболеваемости населения горного Дагестана

Габимова П.И., Дмитриева З.А. (Махачкала, gabibova86@mail.ru)

Целью данной работы явилось комплексное эколого-географическое исследование компонентов природной и антропогенной среды Гунибского и Чародинского районов горного Дагестана с целью выявления зависимости между качеством окружающей среды и динамикой онкозаболеваемости. Анализ качественного состава питьевой воды проводился по следующим показателям: содержание формальдегида, фенола, гидразина, нитратов, алюминия, железа, кобальта, марганца, меди, мышьяка, свинца, хрома (VI), цинка, молибдена, никеля. Качество источников питьевого водоснабжения исследованных населенных пунктов Гунибского и Чародинского районов характеризуется наличием некоторых загрязнителей, превышающих предельно допустимую концентрацию этих веществ в питьевой воде. В целом зарегистрирован практически одинаковый характер загрязнения во всех исследуемых населенных пунктах, с приоритетным накоплением фенолов, нитратов, марганца. Превышение предельно допустимых концентраций фенолов в источниках питьевого водоснабжения Гунибского района от 3 до 27 ПДК. Концентрация фенолов в Чародинском районе выше ПДК в 11–28 раз. Наблюдается превышение ПДК гидразина. Содержание марганца в пределах 0–0,8 мг/л, что превышает ПДК до 8 раз. Обнаружено незначительное превышение концентрации формальдегида и меди. В результате проведенных исследований выявлено, что валовое содержание тяжелых металлов в смешанных почвенных пробах не превышает ориентировочно допустимую концентрацию, отмечено незначительное превышение содержания подвижных форм марганца и свинца в почвенных пробах. Во всех исследованных населенных пунктах наблюдается превышение максимально допустимого уровня в кормах для сельскохозяйственных животных железа (в Гунибском районе – от 1,97 до 5,3 раз; в Чародинском районе – от 2,54 до 5,9 раз) и хрома (в Гунибском районе – от 8,3 до 18 раз; в Чародинском районе – от 16 до 20 раз). Наблюдается незначительное превышение максимально допустимого уровня никеля и кадмия. Содержание таких тяжелых металлов, как медь, цинк, марганец, свинец, кобальт – в пределах нормы. Таким образом, проведенный анализ качества источников питьевого водоснабжения, почвы, пастбищной растительности в населенных пунктах Гунибского и Чародинского районов показал превышение ПДК некоторых загрязнителей. Однако содержание тяжелых металлов и органических соединений даже в количествах, не превышающих ПДК, может оказывать влияние на здоровье детей, а хроническое поступление малых доз может приводить к эффекту кумуляции в организме человека и к повышению чувствительности мембран и структурных единиц клеток к действию канцерогенных веществ. Это, возможно, может служить фактором возникновения и развития злокачественных опухолей. Полученные результаты способствуют более углубленному пониманию причин онкозаболеваемости и факторов, влияющих на уровень ее показателей.

Биоиндикация состояния природного фитопланктона на основе флуоресцентного метода анализа в районе строительства поисковой скважины №1 в глубоководной части Среднего Каспия (Структура «Центральная»)

Гаджиев А.А. (Махачкала, alimurad.gadzhiev@rambler.ru)

Регион Каспийского моря уникален по своим природным особенностям, обладает огромными запасами осетровых рыб, используется для разведки и эксплуатации месторождений углеводородов. Мировой опыт показывает, что возведение и эксплуатация нефтяных платформ на морских шельфах неизбежно приводит к попаданию нефтепродуктов и продуктов бурения в морскую среду. Степень

антропогенного загрязнения достигает угрожающих величин. Поэтому оперативные методы оценки состояния окружающей среды в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на водные экосистемы являются необходимым звеном в системе экологического контроля и рационального природопользования. В рамках производственного экологического мониторинга на лицензионном участке структуры «Центральная», при непосредственном участии автора выполнялись работы по определению степени воздействия на морскую среду комплекса работ, связанных со строительством и эксплуатацией поисковой скважины №1 в глубоководной части Среднего Каспия (лицензионный участок, структура «Центральная»). Оценки воздействия проводили на основе анализа физиологического состояния и продукционных характеристик природного фитопланктона флуоресцентными методами. Экспедиционные исследования проводились на НИС «Рифт» (Институт Океанологии РАН) в ноябре 2007 г. на 8 опорных станциях на полигоне в глубоководной части Среднего Каспия (Структура «Центральная»). Кроме того, на базе кафедры биофизики Биологического факультета МГУ в марте-апреле 2008 года были поставлены 8 лабораторных экспериментов по изучению реакций культур индикаторных видов водорослей на буровые растворы, используемые при разведке нефтяных углеводородов на структуре «Центральная». Измерение параметров флуоресценции хлорофилла в суспензии водорослей проводилось на спектрофотометре, созданном на базе портативного спектрометра USB 2000. Целью исследований было изучить воздействие комплекса факторов, связанных со строительством и поисковым бурением скважины №1, расположенной в глубоководной части Среднего Каспия, на основе анализа состояния природного фитопланктона флуоресцентными методами, а именно воздействие буровых растворов на фитопланктон – первичное продукционное звено морской экосистемы Каспия. Проведенное исследование показало, что состояние сообщества фитопланктона как объекта биоиндикации на протяжении периода строительства скважины и поискового бурения оставалось стабильным. Измеренные флуоресцентными методами параметры фотосинтетической активности водорослей соответствовали развивающемуся сообществу, находящемуся в благоприятных условиях существования. Естественная изменчивость параметров фотосинтетической активности природного фитопланктона в сезонном цикле не нарушена, и, самое главное, негативного воздействия строительных работ и поискового бурения на физиологическое состояние природного фитопланктона не обнаружено. Это объясняется тем, что нефтяники в процессе бурения использовали буровые растворы, основу которых составляют морская вода и высоковязкие бентонитовые смеси с низкой степенью токсичности, с ингредиентами соответствующими требованиям РД 153-39-026-97. И, самое главное, отработанный буровой раствор вывозится с ППБУ на берег.

Экологическая оценка современного состояния реки Анабар

Герасимова Л.В. (Якутск, Lari656@list.ru)

Анабарский улус расположен в северо-западной части республики в Северо-Сибирской низменности и принадлежит Анабарской провинции Енисейско-Ленской области материковых тундр. Наибольшая протяженность границы (юго-запад, юг и юго-восток) – с Булунским улусом. На востоке и северо-востоке граничит с Оленекским улусом. Западная и северо-западная граница проходит Красноярским краем. С севера омывается морем Лаптевых. Территория улуса равна 52 тыс. км² и занимает большую часть бассейна р. Анабар и прилегающие острова (Большой Бегичев, Преображения и др.) моря Лаптевых. Систематические наблюдения за химическим составом воды реки Анабар проводятся у поста Саскылах. Основным источником питания реки являются воды, формирующиеся непосредственно на поверхности водосборов. Поэтому ее вода отличается в течение всего года очень малой минерализацией в пределах 2-80 мг/л.

Наименьшие в году значения (20-50 мг/л, чаще 2-3- мг/л), как правило, наблюдаются в период весеннего половодья. В остальное время года минерализация воды изменяется в пределах 50-80 мг/л. Ионный состав воды реки во все фазы водного режима характеризуется преобладанием ионов HCO_3^- (35-47 % экв., чаще более 40% экв.) и ионов Ca^{+2} (28-36 % экв.). Существенную роль в катионном составе играют ионы Mg^{+2} , содержание которых в течение года колеблется в пределах 10-19 % экв. Концентрация ионов легкорастворимых солей (SO_4^{2-} , Cl , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$) невысока, не превышает, за редкими исключениями, 5 % экв. Вода в реке в течение всего года очень мягкая (общая жесткость менее 1,5 мг-экв/л). Величина pH изменяется в пределах от 6,30 до 7,00. Летом 2008 года в рамках научно-производственной практики нами с участием ребят из клуба проведены гидрохимические и гидробиологические исследования реки Анабар (в районе села Саскылах) с целью оценки состояния качества вод. В течение июля-августа были собраны пробы воды на химический анализ, гидробиологические сборы фитопланктона, зоопланктона и зообентоса, донные осадки на спектральный анализ. Получены предварительные данные о химическом составе русловых вод реки Анабар, дана оценка их качества относительно норм ПДК и индекса сапробности, выявлены доминирующие комплексы фитопланктона и зооценозов. За исследованный период гидрохимический состав р. Анабар существенно не менялся. Тип воды реки Анабар в летнем режиме в фоновой зоне относился к гидрокарбонатно-кальциевому, а протоки к гидрокарбонатно-натриевому классам. Вода р. Анабар в зоне воздействия характеризуется относительно низкой минерализацией (56,8-135,0 мг/л). Вода на протяжении обследованного участка остается очень мягкой (до 1,04 мг-экв./л). Реакция среды почти нейтральная или слабощелочная на отдельных участках реки (7,15-7,7). Содержание растворенного кислорода (9,7-11,9 мг/л) довольно высоко. Концентрации двуокси углерода довольно высокие и варьируют в пределах 20,2 – 31,6 мг/л. Содержание биогенных элементов низкое, за исключением аммонийного азота (0,57 мг/л). Химическое потребление кислорода меняется в широких пределах от 12 до 41,7 мгО/л. Вода реки во всех ее зонах отличается высоким содержанием взвешенных веществ.

Возникновение кросс-адаптации к осмотическому стрессу у проростков пшеницы при действии солей тяжелых металлов

Ерофеева Е.А. (Нижний Новгород, ele77785674@yandex.ru)

Известно, что тяжелые металлы могут вызвать у растений развитие перекрестной устойчивости к действию других неблагоприятных факторов. Это явление связывают в основном с активацией тяжелыми металлами неспецифических защитных механизмов (увеличение активности ферментов антиоксидантной системы, синтезом пролина и полиаминов, повышением уровня абсцизовой кислоты и этилена и т.д.). В то же время характер зависимости возникновения кросс-адаптации от величины дозы тяжелого металла остается практически неизученным. Целью работы было выявление закономерностей формирования кросс-адаптации к осмотическому стрессу у проростков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) при действии солей свинца, кадмия и меди в широком диапазоне концентраций. В трех сериях опытов изучали возникновение перекрестной устойчивости к хлориду натрия в гиперосмотической концентрации у семидневных проростков пшеницы, выращенных на растворах солей тяжелых металлов в различных концентрациях. Использовали следующие концентрации солей: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ($3,125 \times 10^{-5}$ – 0,128%); CdSO_4 ($3,125 \times 10^{-5}$ – 0,016%); CuSO_4 ($7,812 \times 10^{-6}$ – 0,032%). Каждая последующая концентрация была больше предыдущей в 2 раза. Растения контрольных групп выращивали на дистиллированной воде. Через 30 мин после помещения 100 проростков каждой из групп в насыщенный раствор хлорида натрия определяли долю растений, не потерявших тургор. Нитрат свинца в области относительно низких концентраций ($3,125 \times 10^{-5}$ – $0,025 \cdot 10^{-2}$ %) не вызывал развития перекрестной адаптации.

При повышении концентрации соли данного тяжелого металла до $0.005 \times 10^{-1} - 0,004\%$ устойчивость к осмотическому стрессу возрастала в 6-8 раз по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Дальнейшее увеличение концентрации нитрата свинца до 0.008% снижало этот показатель до уровня контроля. И, наконец, в области наиболее высоких концентраций (0,016 – 0,128%) устойчивость к осмотическому стрессу вновь возрастала в 4-8 раз по отношению к уровню контрольной группы ($p < 0,05$). Таким образом, изменение устойчивости пшеницы к хлориду натрия в гиперосмотической концентрации при увеличении дозы нитрата свинца имело немонотонный характер – периодическое развитие кросс-адаптации сменялось ее отсутствием. Аналогичный качественный вид имели и зависимости данного показателя от концентраций солей кадмия и меди. В этих случаях также было установлено чередование периодического повышения устойчивости пшеницы с возвращением данного показателя к условной норме (контроль). В то же время концентрации исследованных солей тяжелых металлов, вызывавшие развитие перекрестной адаптации, как правило, не совпадали, что, вероятно, обусловлено различной токсичностью данных тяжелых металлов для растений. Возможно, что выявленный феномен обусловлен различными порогами активации защитных систем растения, и соответственно, постепенным вовлечением их в процесс адаптации к повреждающему действию тяжелых металлов по мере возрастания концентрации. Если при адаптации растения к данной дозе тяжелого металла адаптационный потенциал участвующих в этом процессе защитных систем еще не истощен, то при действии дополнительного повреждающего фактора (гиперосмотическая концентрация хлорида натрия) возникает кросс-адаптация. Если же адаптационные возможности таких систем исчерпаны, то перекрестная адаптация не возникает.

Токсикологическая характеристика экосистемы Жестылевского водохранилища
Жидков М.В., Кузнецов С.А. (Дмитров, maxzd1980@mail.ru)

На сегодняшний день весьма актуальна проблема загрязнения водных источников токсическими веществами, в первую очередь тяжелыми металлами (ТМ). Наиболее остро это ощущается в промышленно развитых районах, таких, например, как Московская область. Целью нашей работы было определить степень накопления ТМ в экосистемах таких водоемов, как водохранилища, для этого были отобраны пробы воды, донных отложений и макрофитов в Жестылевском водохранилище, расположенном в Дмитровском районе Московской области. По своему статусу этот водоем относится к рыбохозяйственным и используется для водоснабжения прудов экспериментально-производственного отдела «Якоть» ФГУП «Всероссийский Научно Исследовательского Института Пресноводного Рыбного Хозяйства». Отбор проб проводился на 8 станциях расположенных в разных участках акватории водохранилища. Исследования проводились методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. За фоновые показатели брались рыбохозяйственные ПДК. Пробы анализировались на содержание таких ТМ, как кадмий, медь, свинец, цинк, железо, никель. Результаты исследований показали, что в воде содержание меди превышает ПДК от 1 до 4 раз, а никеля – в 2 раза. Присутствия ТМ в донных отложениях не обнаружено. Концентрация ТМ в макрофитах составила: железо – от 272 мг/кг до 1053 мг/кг; кадмий – от 0,001 мг/кг до 0,005 мг/кг; медь – от 0,04 мг/кг до 0,15 мг/кг; никель – от 0,005 мг/кг до 0,02 мг/кг; свинец – от 0,01 мг/кг до 0,07 мг/кг; цинк – от 0,3 мг/кг до 0,7 мг/кг по разным станциям. Таким образом, налицо ситуация, когда вода водоема загрязнена рядом металлов. Так как вода Жестылевского водохранилища используется для водоснабжения прудовой базы экспериментально-производственного отдела «Якоть» ФГУП «Всероссийский Научно Исследовательского Института Пресноводного Рыбного Хозяйства», ТМ из воды не осаждаются в донных отложениях из-за активного забора воды. Концентрация ТМ в

макрофитах позволяет судить об их роли в поглощении некоторой части металлов из воды.

Оценка содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях р. Якоть в пределах п. Рыбное Дмитровского района Московской области

Жидков М.В., Митрофанова М.М., Сергеева О.В. (Дмитров, maxzd1980@mail.ru)

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ. В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрации нефтепродуктов могут существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее – н-алканы. Для оценки уровня загрязнения нефтепродуктами воды и донных отложений был произведен отбор проб воды и донных отложений на реке Якоть в пределах поселка Рыбное, расположенного в Дмитровском районе Московской области. Отбор проб осуществлялся в 5 точках и проводился с интервалом в 1 месяц по всем точкам. За фоновые брались рыбохозяйственные ПДК (0,05 мг/дм³). Определение было основано на выделении нефтяных компонентов из воды экстракцией четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении углеводородов от соединений других классов в колонке с оксидом алюминия и количественном их определении по интенсивности поглощения С-Н связей метиленовых (-СН₂-) и метильных (-СН₃) групп в инфракрасной области спектра на анализаторе нефтепродуктов АН-2 ($\lambda=2926 \text{ см}^{-1}$ или 3,42 мкм). Учет входящих в состав нефтепродуктов ароматических углеводородов, не поглощающих в этой области, осуществляется с помощью специального искусственного стандарта, содержащего 25% бензола. Результаты исследований показали, что река Якоть в пределах поселка Рыбное существенно загрязнена нефтепродуктами. Превышения рыбохозяйственных ПДК по нефтепродуктам в воде р. Якоть составили от 1,4 до 25 ПДК. В пробах донных отложений также отмечалось превышение рыбохозяйственных ПДК – от 9 до 67 ПДК.

Зообентос разнотипных озер юга Западной Сибири

Жукова О.Н. (Барнаул, jukova@iwep.asu.ru)

С самого зарождения науки озеро находилось в центре внимания ученых, что связано с их привлекательностью для людей как источника продовольствия и воды. Для динамики водности на юге Обь-Иртышского междуречья характерны внутривековые циклы, которые влияют на уровень воды в озерах и их минерализацию. Необходимой основой рационального использования озер является всестороннее изучение их биоты в условиях различной солености и установление границ устойчивости организмов, сообществ и экосистем. Исследования озер были проведены в июле-сентябре 2008 г. Исследованные объекты можно разделить на две группы: 1 – озера внутреннего стока Кулундинской низменности: Кулундинское, Пресное, озеро без названия в 1 км. от оз. Соленое; 2 – озера Касмалинской системы: Угловое, Горькое, Большое Островное, Ледорезное, Мельничное. В исследованных озерах было выявлено 38 видов донных беспозвоночных из 4 классов. Из них: пиявок – 3 вида, брюхоногих моллюсков – 3 вида, ракообразных – 1 вид, наиболее богато были представлены насекомые – 31 вид. Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (17 видов, из которых 10 видов хирономид). Из насекомых также встречались жуки, поденки, ручейники, стрекозы, бабочки и клопы. В зообентосе озер Кулундинской низменности отмечено 7 видов, относящихся к классу насекомых, из них 6 видов из отряда

двукрылых, и 1 вид из отряда жуков. В оз. Кулундинском выявлено 3 вида донных беспозвоночных: *Scathophagidae* gen., *Scatella* sp., *Ceratopogon* sp. Зообентос прочих обследованных озер представлен 2 видами: *Scatella* sp. и *Ceratopogon* sp. В озерах Касмалинской системы выявлено 34 вида донных беспозвоночных, наибольшее число видов приходилось на долю насекомых (27 видов). Наибольшее значение по встречаемости имели семейства: Chironomidae, Ceratopogonidae. Среди них доминировали виды-детритофаги *Chironomus gr. plumosus* L., *Cricotopus gr. silvestris* и *Ceratopogon* sp. Среди других таксонов основную массу составляли фитофильные виды: *Epitecha bimaculata* Charpentier, *Notonecta glauca* L., *Ilyoconis cimicoides* L., *Caenis* sp. В целом изученные водоемы характеризовались низкими количественными показателями зообентоса. Минимальные значения численности и биомассы в летний период были характерны для оз. Кулундинского (357,5 экз./м², 1,28 г/м²). Максимальные значения отмечены для оз. Углового (3153 экз./м², 11,44 г/м²) и оз. Мельничного (2002 экз./м², 10,1 г/м²). Ранее другими исследователями было указано, что факторами формирования зообентоса озер юга Западной Сибири являются общая минерализация воды и зимний кислородный режим. В результате наших исследований установлено, что столь же значительное влияние оказывает тип донных отложений. В исследованных озерах наибольшие значения биомассы зообентоса характерны для заиленных песков (6,8-11,44 г/м²), наименьшее для песков – 1,85 г/м². При увеличении минерализации более 3,3 г/л наблюдалось снижение уровня развития и таксономического состава зообентоса. Наибольшая устойчивость к высоким уровням минерализации отмечена для личинок из семейства двукрылых: *Scathophagidae* gen., *Scatella* sp., *Ceratopogon* sp. При возрастании минерализации увеличивалась доля гетеротопных видов и уменьшалась доля гомотопных видов. Аналогичная зависимость состава и структуры зообентоса от минерализации воды и типа донных отложений отмечена и для других озер юга Западной Сибири. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-05-98019-р_сибирь_а.

Совершенствование биотехнологии выращивания нильской тилляпии *Oreochromis niloticus* L. в интегрированных рециркуляционных аквакультуральных системах
Келехсаев М.З. (Москва, kelex70@inbox.ru)

Стремительное развитие аквакультуры в последние десятилетия обеспечило увеличение объема производимой продукции более чем в два раза и достигло трети от мирового объема добычи гидробионтов. Если объем промысла гидробионтов в естественных водоемах остается практически неизменным, ежегодный прирост получаемой продукции в аквакультуре составляет 7-10%. В настоящее время в биотехнологии аквакультуры одной из актуальных задач является повышение эффективности использования вносимых кормов на продуктивный рост гидробионтов. При выращивании различных видов рыб только 15-65% фосфора и 20-50% азота, содержащихся в кормах, утилизируются рыбами, тогда как остальная часть поступает в окружающую среду в растворенном виде и в составе фекалий. Применение интегрированных замкнутых аквакультуральных систем, в которых степень утилизации вносимых кормов повышается за счет совместного выращивания организмов разных трофических уровней (рыбы, водоросли, макрофиты, моллюски, ракообразные) при условии их пространственного разграничения, представляется крайне перспективным.

Среди экологических факторов температура – важнейший контролирующий, определяющий все основные процессы жизнедеятельности пойкилотермных гидробионтов. В последнее время выявлено положительное влияние некоторых колебаний температуры на рост, энергетику, физиологическое состояние и продукционные показатели гидробионтов. Цель настоящего исследования – выяснение особенностей роста, энергетики и продукционных показателей нильской тилляпии

Oreochromis niloticus L. и макрофита писции слоистой *Pistia stratiotes* L. при совместном выращивании в замкнутых рециркуляционных системах в условиях постоянных (24, 26, 28, 30 °С), а также переменных терморежимов (26±2, 28±2 °С, период колебания температуры 3 ч).

Показано, что в условиях переменных терморежимов у тилляпии достоверно возрастают среднесуточные приросты массы тела, скорость роста, величина суточного Р/В коэффициента и эффективность использования пищи на рост по сравнению с наблюдаемыми при постоянных температурах. При колебаниях температуры достоверно снижаются интенсивность дыхания рыб и расход кислорода на прирост единицы массы тела. Сходный эффект влияния переменной температуры на метаболизм отмечен и у писции. Скорость роста писции, среднесуточный прирост массы и суточный Р/В коэффициент оказались достоверно выше, чем при постоянной оптимальной для роста растений температуре. Изменение продукционных показателей, темпа роста и эффективности конвертирования пищи нильской тилляпии в условиях переменных терморежимов происходит довольно быстро. Уже в первые 10-13 сут. выращивания в колебательных терморежимах среднесуточный прирост массы тела, скорость роста, суточный Р/В коэффициент и эффективность конвертирования пищи у тилляпии превышают регистрируемые при постоянных температурах.

Таким образом, кратковременные периодические колебания температуры улучшают продукционные показатели гидробионтов. Использование интегрированных рециркуляционных систем для совместного выращивания тилляпии и писции с использованием переменных терморежимов, позволяет повысить рыбопродуктивность, снизить затраты кормов и уменьшить загрязнение окружающей среды.

Выражаю благодарность доцентам кафедры ихтиологии Биологического факультета МГУ В.В. Здановичу и В.Я. Пушкарю за научную консультацию и помощь в организации экспериментальных работ.

Сравнительный анализ результатов биоиндикации и химического исследования реки Свяга в черте города Ульяновска

Красильникова Н.С. (Ульяновск, krasilnikovans@mail.ru)

Каждый метод определения качества воды имеет ряд достоинств и недостатков. Для оценки уровня загрязнения и его влияния на здоровье людей широко используется система химико-аналитического контроля. Данный метод имеет ряд недостатков: во-первых, исследователь должен определить содержание многочисленных компонентов загрязняющих веществ в природной среде, сравнить их концентрации с ПДК и сделать вывод об «опасности» или «безопасности» для человека и окружающей среды воздействия этих факторов. Во-вторых, химический анализ позволяет установить концентрации относительно небольшого числа потенциально опасных и уже известных мутагенных и токсичных веществ, кроме того, в разных странах для одних и тех же токсикантов значения ПДК существенно различаются. И, наконец, нельзя забывать о комплексном воздействии загрязнителей, что обуславливает принципиально разные типы ответной реакции клетки/организма – аддитивность, синергизм, антагонизм. В противоположность химико-аналитическому контролю, методы биоиндикации и биомониторинга наглядно, достоверно и сравнительно быстро позволяют оценить последствия действия загрязняющих веществ на биоту, при этом учитывается совместное действие загрязнителей. Но при использовании метода биоиндикации возникает трудность определения конкретных видов загрязнителей (в нашем случае – тяжёлых металлов). Для нивелирования недостатков данных методов автор попытался сопоставить их результаты. Для этого было проведено исследование степени загрязнения реки Свяга города Ульяновска методом биоиндикации с использованием растений семейства рясковые (*Lemnaceae*) и методом атомно-абсорбционного

спектрального анализа. Работа велась с июня месяца 2006 года по август 2007 года включительно. Пробы отбирались в пяти точках ежемесячно (в летний период). Использование метода биоиндикации загрязнения водоёмов по состоянию популяции растений семейства рясковых позволяет получить интегральную оценку состояния качества водной среды. Результаты биоиндикации показывают общую загрязнённость воды, учитывая совместное действие загрязнителей; а также тот негативный эффект, который загрязнители оказывают на живые организмы, что наглядно отражается в морфологических изменениях рясковых. Кроме того, рясковые четко реагирует на негативные воздействия любого происхождения, независимо от их учета и степени изученности. Результаты химического исследования воды показывают, какие тяжёлые металлы превышают свои предельно допустимые концентрации и в каких количествах. Сравнивая полученные результаты биоиндикации и химико-аналитического анализа, можно сделать вывод о том, что они дополняют друг друга и одновременно позволяют проводить взаимную верификацию. Так, например, в 2006 году качество воды на входе реки в город оценивается как умеренно загрязнённая в июне (обнаружено превышение по кадмию), в июле (превышение по кадмию и свинцу) и августе – грязная (значительное превышение по кадмию и свинцу). Степень загрязнённости в реке Свяга за 2006 год в районе выхода реки из города оценивается как умеренная в июне (незначительное превышение ПДК по кадмию и свинцу), высокая – в июле и августе (значительное превышение ПДК по кадмию и свинцу). Таким образом, оценку степени загрязнённости водных экосистем предпочтительно производить и по абиотическим, и по биотическим параметрам.

Тенденции трансформации среды под влиянием бобра (*Castor fiber* L.)
Мелашенко М.В. (Воронеж, mariamelash@rambler.ru)

Бобры не используют в полном объеме заготовленную и складированную ими древесно-кустарниковую растительность. Перегнивая, заготовленный корм, как и продукты метаболизма бобра, обогащают воду органическими и минеральными веществами, способствующими обильному развитию планктона и растительности в непроточных водоемах. Со временем эти вещества в виде ила накапливаются в донных отложениях, что оказывает влияние на макрозообентосную биоту. Этим фактам пока еще не уделяется должного внимания, что инициировало наши исследования, которые проводились на реке Усмани и на озерах левобережной поймы (Усманский бор) в вегетационный период 2006-2007 гг. Отбор количественных проб макрозообентоса проводился при помощи ковшового дночерпателя Петерсона с площадью захвата 1/40 м², зоопланктона – путем процеживания 5 л воды через планктонную сеть Апштейна. Для определения материала привлекалась серия определителей, опубликованных ЗИН РАН. Обработано 32 пробы зоопланктона и 20 проб макрозообентоса. Район исследований был подразделен на 14 станций, в той или иной степени связанных с бобром (места передвижения по тропам, весенняя и постоянная хатки, кормовые столики и т.д.). Нами выявлено, что продукты жизнедеятельности бобра в водных ценозах инициируют повышение видового таксономического разнообразия зоопланктона (до 17 видов вблизи хатки, станция 4). Наименьшее видовое разнообразие зоопланктона (7 единиц) зарегистрировано на оз. «Восьмерка» (контроль, станция 6). Общая численность зоопланктона колебалась от 39,0 (бобровая тропа) до 219,2 тыс. экз/м³ (мелководье вокруг хатки). Сходные результаты, касающиеся высокого таксономического разнообразия в аналогичных условиях, получены по макрозообентосу (станция 4, от 56 до 60 таксонов). Общая численность донных организмов в местах взятия проб колебалась от 180 (станция 1, кормовой столик) до 1530 экз/м² (станции 4, весенняя хатка). Обнаружена тенденция к более эффективному самоочищению воды в местах высокой численности фильтраторов, попадающих в пробы (моллюски, некоторые

личинки насекомых). Вместе с тем, анализ качества воды с использованием индикаторных видов показывает сильное загрязнение станций (первой и второй) вблизи кормового столика и вдоль бобрового канала (α -мезосапробный класс вод). В зоне непосредственного обитания бобра (бобровая тропа, весенняя хатка бобра, станции 3 и 4) вода относится к β -мезосапробному классу (умеренно-загрязненному). Подводя итог, следует отметить отсутствие отрицательного трансформирующего воздействия бобра на водные биоценозы. Эти результаты подтверждают и углубляют сведения из литературы. На уровне макрозообентоса стимулирующее влияние отходов жизнедеятельности бобра, что выражается в увеличении видового разнообразия, численности и биомассы, вполне очевидно (нами отмечается впервые). Более заметна средообразующая деятельность бобра в околородных биоценозах. Предпочтение бобрами определенных типов древесных культур приводит к замене медленнорастущих древесных растений быстрорастущими и менее ценными, что значительно трансформирует местообитание животного, вызывая тем самым негативные изменения в природной среде. Отрицательную роль играют «погрызы» культурных растений на садовых участках при миграциях бобра. Интеграция деятельности бобра с учетом всего сказанного не дает пока оснований для принятия каких-либо мер, направленных против него.

О единстве и иерархии каспийских экосистем

Монахова Г.А. (Махачкала, gavochka@mail.ru)

Экосистема Каспийского моря является единой. Это единство поддерживается активной горизонтальной и вертикальной циркуляцией вод, а также миграциями рыб и тюленей, охватывающими всю акваторию. Показательным примером единства экосистемы моря является ее реакция на вселение гребневика мнемнопсиса. Гребневик зимует на юге, около иранского побережья, а летом благодаря течениям успевает распространиться на всю акваторию вплоть до взморья. Экосистема Каспийского моря, будучи единой, состоит из нескольких подчиненных экосистем. Одним из основных факторов изоляции является донный рельеф, в частности его положительные формы, называемые порогами. Эта обособленность не носит характера абсолютной изоляции, она означает, что скорость водообмена внутри каждой части водоема больше, чем между соседними частями. Типичным примером является восточная часть Северного Каспия, соленость в которой более стабильна, чем в западной части, из-за низкого водообмена над Кулалинским порогом, скорость которого к тому же снижается при падении уровня моря. Циклонический круговорот вод, именуемый «основным вдольбереговым каспийским течением», отделяет прибрежные воды от открытой части моря и охватывает всю акваторию, за исключением Северного Каспия, имеющего свою систему циркуляции. Другим фактором изоляции выступают гидрологические фронты, особенно зона смешения волжских и морских вод. Разнообразие физико-географических условий следует рассматривать как предпосылку биоразнообразия морских экосистем Каспийского моря, физико-географический источник его формирования. Разнообразие организмов, обитающих в Каспии, обусловленное различными путями их проникновения и дальнейшей эволюции в его пределах, также является предпосылкой биоразнообразия морских экосистем или биогеографическим источником его формирования. Следовательно, биологическое разнообразие Каспийского моря на уровне экосистем имеет два источника своего формирования: физико-географический (разнообразие условий среды) и биогеографический (видовое разнообразие). Результаты многолетних исследований биоразнообразия экосистем Каспийского моря, началом которых послужила работа А.Л. Бенинга (1938), дают основание говорить не только о разнообразии, но и об иерархической организации морских экосистем. Высший уровень в этой иерархии занимает экосистема моря в целом, ниже располагаются экосистемы Северного, Среднего и Южного Каспия, еще ниже – соподчиненные им экосистемы.

Например, экосистему пелагиали (открытой части) моря можно разделить на экосистемы верхнекаспийской и глубиннокаспийской водных масс. Очевидно, что наибольшим разнообразием отличаются прибрежные экосистемы. Среди них выделяются экосистема Дагестанского шельфа и экосистема апвеллинга у восточного побережья Среднего Каспия. Таким образом, единая экосистема Каспийского моря состоит из соподчиненных ей экосистем, основными источниками формирования разнообразия которых явились разные пути происхождения флоры и фауны в сочетании с различными механизмами изоляции водных масс друг от друга.

Оценка состояния и перспективы развития информационной поисковой системы по флоре и фауне с целью изучения таксономического и ландшафтного разнообразия ООПТ РФ

Нагорная Е.Г. (Москва, st_p@mail.ru)

Настоящее время характеризуется глобальными процессами изменения структуры и функционирования биосистем различных уровней организации. Эти процессы угрожают генетическому, таксономическому, типологическому и биоценотическому разнообразию, поэтому чрезвычайно актуальны задачи инвентаризации, мониторинга и прогнозирования динамики разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России, оценка репрезентативности таксономического и ландшафтного разнообразия существующего каркаса заповедников России. В Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН в последнее десятилетие создана проблемно-ориентированная информационная система (ИС) коллективного пользования (см. <http://www.sevin.ru/natreserves/>), которая объединяет усилия научно-исследовательских, образовательных и ведомственных организаций в разработке общедоступных ИС по фауне и флоре заповедников России. На сегодняшний день благодаря усилиям более чем двухсот специалистов созданы базы данных по видовому составу флоры (сосудистым растениям, мхам, лишайникам, печеночникам) и фауны (рыбообразным и рыбам, земноводным и пресмыкающимся, птицам и млекопитающим) заповедников России. Анализ собранных данных показал, что в заповедниках флора и фауна представлены неоднородно. Так, в 54 заповедниках отмечено 430 видов рыб и рыбообразных, что составляет около 32 % всей ихтиофауны России, а, например, из 730 видов птиц, обитающих на территории России, в 79 заповедниках отмечено 696 видов (95%). Полнота представленной информации различна для различных заповедников. Тем не менее, списки видов позвоночных животных и растений, включенных в ИС, являются наиболее завершенными среди всех существующих источников данных и могут быть использованы как основа для оценки эффективности существующей системы ООПТ для сохранения биологического разнообразия России. Для полного и всестороннего анализа репрезентативности существующей сети заповедников России видится важным: добавить пространственный аспект в созданную базу данных; учитывать не только видовой состав флоры и фауны, но и оценивать ландшафтную репрезентативность этих территорий; разработать систему критериев учета ландшафтной и таксономической репрезентативности ООПТ на основании комплексного подхода; разработать интегральные показатели репрезентативности. Для решения этих задач в докладе представлены методологические подходы к созданию интегрированной базы данных на основе синтеза фактографических и геоинформационных систем, включающих параметры таксономического разнообразия, а также географическую привязку контуров заповедников и данные о ландшафтной структуре ООПТ, с целью совершенствования топологии сети заповедников, расположенных в разных природных и ландшафтных зонах России.

Математическая модель оценки динамики численности, половозрастной структуры и оптимальной плотности лося (*Alces alces* L.) на основе данных наземных и дистанционных измерений

Назарова К.А. (Москва, nazarova@sevin.ru)

За последние 20 лет наблюдается значительное снижение численности лося как в отдельных регионах России, так и по стране в целом. Численность этого вида в России составляет 565 тысяч особей (по данным учета 2006 г.). В скандинавских странах на меньшей в 11 раз территории обитает 550-600 тысяч лосей. По имеющимся данным, ежегодная добыча вида в Фенноскандии (Финляндия, Норвегия, Швеция) и России составляет 200-250 тыс. и 12-15 тыс. соответственно. Известно, что официальные данные по численности и добыче лося в странах Фенноскандии, в частности в Финляндии, вполне надежны: случаев браконьерства в Финляндии практически нет, охотники, объединенные в общины, предоставляют объективные данные. С 1970 г. за состоянием популяции в Финляндии (особенно за плотностью и структурой населения) ведется постоянное наблюдение. Это обстоятельство позволяет утверждать, что модельное исследование финской популяции лося в сравнении с российской позволит выявить некоторые общие факторы, оказывающие влияния на динамику численности лося в России. В нашей работе представлен комплекс взаимосвязанных имитационных моделей, предназначенных для оценки динамики численности, половозрастной структуры, показателей кормовой фитопродуктивности растительных сообществ и оптимальной плотности лося для лесорастительных зон России. На основе сравнительного анализа динамики численности лося в России (1961–2006 гг.) и Финляндии (1975–2006 гг.), половозрастной структуры, плотности и наличия доступных кормовых ресурсов с использованием дистанционных снимков со спутника Spot показано, что современные низкие показатели численности лося в России в значительной степени связаны с влиянием естественных (увеличение численности хищников – волка) и антропогенных (браконьерство) факторов. Установлено, что расширение стандартных данных лесной таксации с включением дополнительной информации по содержанию питательных и минеральных веществ в растительных кормах позволяет достаточно надежно определить потенциальную кормовую емкость местообитаний и плотность животных с учетом количественного и качественного состава доступного корма. Показано, что разработанные функциональные зависимости позволяют преобразовывать фитопродуктивность насаждений основных лесообразующих пород (хвойных, твердолиственных, мягколиственных) древостоя, подроста и подлеска в доступную кормовую фитомассу. Рассмотрены основные принципы синтеза данных лесной таксации и дистанционных многоканальных снимков, полученных со спутников Landsat и Spot, для определения фитопродуктивности лесных насаждений. Приведены результаты применения указанных моделей на примере Висимского биосферного государственного заповедника.

Особенности ответа на стрессовые воздействия у стенобионтного эндемичного байкальского вида амфипод *O. flavus*

Павличенко В.В. (Иркутск, vpavlichenko@gmail.com)

Фауна озера Байкал представлена огромным количеством видов, которые длительное время эволюционировали в специфических и стабильных условиях, а именно: низкая минерализация воды, высокое содержание кислорода, низкие температуры и большие глубины. В каждой зоне глубин озера эндемичные виды формируют специализированные сообщества, узко адаптированные к обитанию в конкретной зоне со своими адаптационными возможностями. Поэтому фауна Байкала представляет собой особый интерес для изучения механизмов адаптаций гидробионтов к

окружающей среде. Предполагается, что некоторые из эндемичных видов могут обладать спецификой в функционировании их резистентных механизмов, включая участие белков теплового шока (БТШ). Основной функцией БТШ является предохранение белков от денатурации, которая увеличивается в процессе стрессового воздействия, а также восстановления нативной структуры и функциональной активности поврежденных белков. Целью данной работы была оценка участия БТШ в системе стрессового ответа у нескольких видов амфипод, отличающихся по своим адаптивным способностям.

В качестве объектов исследования были выбраны эндемичные виды амфипод (Crustacea, Amphipoda). Обитатели верхнего отдела литорали: *Eulimnogammarus cyaneus* (Dyb.) населяющий зоны уреза воды (0-1 м. и до 20 м.) с постоянно изменяющимися условиями обитания и *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) обитающий на глубинах от 0 до 5 м. Оба вида обладают наиболее развитыми адаптивными способностями среди всех исследованных байкальских амфипод. А также глубоководный, высокочувствительный вид *Ommatogammarus flavus* (Dyb), обитающий на глубинах более 100 м.

Оценивали воздействие температурного (25°C) и токсического факторов (CdCl_2 , 5 мг/л) на содержание двух семейств БТШ: низкомолекулярных БТШ родственных α -кристаллинам (нмБТШ) и БТШ70, а также уровень конститутивного содержания данных белков. Для определения характера синтеза нмБТШ использовали стандартный метод SDS-электрофореза с последующим Вестерн-блоттингом.

В работе показано наличие конститутивного синтеза нмБТШ и БТШ70 у *E. cyaneus* и *G. fasciatus* и его отсутствие в детектируемых количествах у представителей *O. flavus*. Температурное и токсическое воздействия приводили к увеличению содержания нмБТШ и БТШ70 у всех исследованных видов. Увеличение содержания БТШ70 в ответ на стрессовые воздействия происходит значительно быстрее, чем нмБТШ, что вероятно свидетельствует о большей роли БТШ70 в системе стресс-адаптации у амфипод. Для *O. flavus* выявлена замедленная реакция на оба вида стресса. Присутствие обоих БТШ в тканях *O. flavus* обнаруживалось лишь к 3-му часу эксперимента, в отличие от литоральных видов у которых индукция синтеза БТШ отмечалась уже к 30 мин эксперимента. Особенности реакции на стресс у *O. flavus* свидетельствуют о возможном снижении чувствительности механизмов стресс-адаптации у данного вида, причины которого могут быть связаны со спецификой длительного эволюционирования *O. flavus* в стабильных глубоководных условиях.

Работа выполнена при поддержке Аналитической ведомственной целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 гг.)" (проекты РНП.2.2.1.1/8106, РНП.2.1.1/982), а также грантов РФФИ и DAAD.

Анализ приспособлений водных животных к переживанию зимы

Полуконова А.В., Хасаханова Э.С. (Саратов, annypol@rambler.ru; helen.sergeyeva@mail.ru)

Зима – сложное время для животных, обитающих в водоемах. Большинство водоемов покрывается толстым слоем льда, и связь водных экосистем с наземными нарушается. Замерзание водоемов в наших широтах определяет неблагоприятные экологические факторы, действующие в водоемах зимой: отсутствие света подо льдом (действует в основном на растения, но также на гидр и губок); недостаток растворенного кислорода и невозможность дышать атмосферным воздухом; недостаток пищи для многих водных организмов (для тех, кто питается планктоном, водными растениями и т.п.); риск вмерзания в лед и разрыва живых клеток его кристаллами. Цель работы: проанализировать приспособления водных животных к переживанию зимы и выделить основные группы обитателей водоемов в связи с данными приспособлениями. Использован собственный материал, собранный в феврале 2008 и 2009 гг. в пруду городского парка г. Саратова, р. Волги, и данные литературных источников. Отбор проб

донных организмов производили скребком, дальнейшую их обработку выполняли по общепринятым гидробиологическим методикам (Шилова, 1976). В зависимости от особенностей приспособления к зимним условиям были выделены следующие группы водных животных (Павловский, Лепнева, 1948; Жизнь животных, 1950; Липин, 1970): I. Уходят зимовать на сушу (взрослые водные насекомые – многие клопы и жуки, часть земноводных – жерлянки, остромордые лягушки, тритоны, и все пресмыкающиеся – болотная черепаха, водяной уж). II. Резко снижают свою активность, не питаются и не растут зимой (легочные брюхоногие моллюски – прудовики и катушки, крупные двустворчатые моллюски – перловицы и беззубки, некоторые карповые рыбы – карась, карп; земноводные – озерная лягушка). III. Образуют покоящиеся стадии развития (пресноводные губки бадяги, гидры, ветвистоусые рачки – дафнии; мшанки). IV. Активно питаются и растут в водоемах подо льдом (личинки большинства гетеротопных насекомых – стрекозы, поденки, ручейники, двукрылые и т.п.; высшие ракообразные – речные раки, водяной ослик, гаммарусы и т.п.; мелкие двустворчатые моллюски – шаровки, горошинки; брюхоногие моллюски – улитки; большинство видов рыб, особенно налим и окуневые). Проанализирована способность переносить вмерзание в лед личинок комаров-звонцов – *Chironomus plumosus*, *Ch. riparius* и личинок хаоборид рода *Chaoborus*. Контрольную группу составили личинки, содержащиеся в холодильнике при температуре +4°C, экспериментальную – личинки, замороженные на сутки и семь суток. После размораживания подсчитывался процент выживших личинок сразу после разморозки, через сутки, через несколько суток. Полученные данные нормировались на контроль и были представлены в графическом виде. Большинство личинок после оттаивания были способны к восстановлению всех функций организма, что связано с повышением у таких организмов к зиме содержания в клетках глицерина и жирных кислот. Эти вещества способны выполнять роль антифризов, понижая температуру замерзания воды, с одной стороны, а с другой – они придают льду аморфную структуру, поэтому кристаллы льда не образуются и не нарушают оболочки клеток.

Донная фауна губы Святуха Онежского озера при выращивании радужной форели в садках

Савосин Е.С. (Петрозаводск, szhenya@list.ru)

В настоящее время пресноводные экосистемы испытывают мощное влияние антропогенного фактора в связи с таким перспективно развивающимся направлением аквакультуры, как товарное рыбоводство. Для мониторинга пресноводных водоемов удобным объектом служит макрозообентос, благодаря способности обитать в самых разных условиях, крупным размерам, приуроченности к конкретному местообитанию и достаточной продолжительности жизни, которая позволяет его представителям аккумулировать влияющие на водную экосистему вещества. Начальным этапом в изучении макрозообентоса должно быть определение качественных и количественных отношений групп донных организмов, выявление среди них доминирующих. Губа Святуха Онежского озера неглубокая, хорошо прогреваемая и поросшая водной растительностью. Площадь водного зеркала составляет 36,4 км², максимальная длина губы превышает 35 км. Губа довольно узкая, сообщающаяся с основной акваторией озера проливом. Форелевое хозяйство мощностью 400 т товарной рыбы в год функционирует с 2004 г. По результатам исследований был определен таксономический состав донной фауны губы Святуха в районе форелевой фермы. В макрозообентосе губы Святуха главную роль по биомассе и численности играли хирономиды, доля представителей олигохет и двукрылых (*Chaoborus* sp.), была незначительной. Непосредственно под садками доминируют Chironomidae. При удалении от садков по течению и на контрольной станции наблюдается аналогичная картина. Средняя

биомасса донных организмов профундали в районе постановки садков составила 1,9 г/м², численность 860 экз/м². Анализ данных по макрозообентосу показал, что по шкале трофности эту губу можно отнести к β-олиготрофному статусу с чертами мезотрофии.

Особенности ихтиофауны Тумасозера *Савосин Д.С. (Петрозаводск, sdeniska@list.ru)*

Значительная уязвимость северных экосистем обуславливает важность выявления их зональных и региональных особенностей для разработки экологических основ сохранения биоразнообразия. Водные экосистемы Севера представляют особый интерес при всё более усиливающемся антропогенном воздействии на природу. Изучение рыбного населения, как одного из последних звеньев в трофической цепи водоемов, позволяет определить меры охраны и пути рационального использования рыбных ресурсов. Тумасозеро расположено в Карелии, относится к бассейну Белого моря (63°23' с.ш., 32°51' в.д.). Озеро сохранилось практически в естественном состоянии, так как водосборная площадь слабо заселена. Водоем слабо изучен, относится к группе малых озер с площадью 7,80 км². Наибольшая глубина 11 м, средняя 3 м, длина береговой линии 15,7 км. В задачу исследований входило определение состава рыбного населения Тумасозера и изучение его биологических показателей, что необходимо для получения данных по разнообразию биоты практически неизученных водоемов Карелии. В ихтиофауне Тумасозера выявлено 9 видов рыб, относящихся к 5 семействам. Наиболее массовыми видами являются окунь, плотва, щука, ряпушка и сиг. Особенностью рыбного населения Тумасозера является наличие в его составе многотычинкового сига с числом жаберных тычинок 48-60. Данных о многотычинковых сигах не так много, поэтому обнаружение новой популяции представляет научный интерес. Сига Тумасозера можно использовать на генетический и биохимический анализ, так как он представлен только одной формой, обитает в водоеме, не подверженном влиянию деятельности человека.

Роль зоопланктона Куршского залива в процессах самоочищения *Семенова А.С. (Калининград, a.s.semenowa@rambler.ru)*

Куршский залив является пресноводной, мелководной гиперэвтрофной лагуной Балтийского моря. За последние десятилетия антропогенная нагрузка на этот водоем значительно возросла. В залив с речным стоком ежегодно попадает более 5 млн. тонн органических взвесей. В летние месяцы наблюдается «цветение» вод залива синезелеными водорослями, в прибрежной зоне иногда сопровождающееся почти полным отсутствием кислорода и заморными явлениями среди рыбного населения водоема. Зоопланктон является важным звеном экосистемы залива и принимает активное участие в трансформации вещества и энергии и самоочищении водоема. Целью настоящего исследования является изучение роли зоопланктона в самоочищении Куршского залива. Изучение зоопланктона Куршского залива проводилось в 2007-08 гг. с марта по ноябрь на комплексных гидробиологических станциях. В прибрежной зоне залива пробы зоопланктона отбирались в районе НЭБ АтлантНИРО на расстоянии 500 м от берега раз в 7-14 дней. В открытой части водоема пробы отбирали ежемесячно на 6-ти стандартных станциях. Годы исследований были различны: 2007 г. является типичным годом, когда не отмечалось «цветения», а 2008 г. – типичный год, когда наблюдалось «цветение» вод лагуны. Всего было выполнено 38 съемок в прибрежной части залива и 15 съемок в открытой части водоема, в ходе которых было собрано более 500 проб зоопланктона. Сбор и обработка проб производились в соответствии со стандартными общепринятыми методиками. При расчетах фильтрационной активности зоопланктона использовалась средняя для эвтрофных водоемов скорость фильтрации ракообразных

(F), равная 100 мл/(мг·сут) при 20°C. Скорость фильтрации имеет прямо пропорциональную зависимость от температуры. В тех случаях, когда температура воды отличалась от 20°C, скорость фильтрации корректировалась с использованием температурного коэффициента $Q_{10}=2,3$.

Основными планктонными фильтраторами, массово развивающимися в заливе и принимающими активное участие в его самоочищении, являются *Daphnia galeata* Sars, *Chydorus sphaericus* (O.F.Muller), *Bosmina coregoni* Baird, *Diaphanosoma mongolianum* Ueno и *Eudiaptomus graciloides* Lill. В прибрежной части водоема максимальная фильтрационная активность зоопланктона (BF) наблюдалась в июле, а в открытой части – в июне, минимальна она была в апреле. Как в прибрежной, так и в открытой части водоема BF была выше в 2008 г. и составляла в среднем 0,45 и 0,36 сут⁻¹ соответственно, тогда как в 2007 г. – 0,14 и 0,19 сут⁻¹ соответственно. В целом за вегетационный период 2007 г. залив был профильтрован зоопланктоном 41 раз, в 2008 г. – 76 раз. При этом максимальное число фильтраций наблюдалось в июне-июле и составило 28-37 раз. Таким образом, зоопланктон играет существенную роль в структурно-функциональной организации экосистемы Куршского залива, в частности, в трансформации вещества и энергии и самоочищении водоема, особенно в июне-июле, когда его биомасса достигает значительных величин. В год, когда наблюдается интенсивное развитие фитопланктона, переходящее в «цветение», фильтрационная активность зоопланктона, а, следовательно, и интенсивность самоочищения увеличивается. При этом в прибрежной зоне интенсивность самоочищения увеличивается более чем в 3 раза, тогда как в открытой части водоема в 2 раза. Это свидетельствует о более быстром отклике зоопланктонного сообщества прибрежной зоны на интенсивное развитие фитопланктона и подчеркивает важную роль прибрежной зоны в функционировании водоема.

Многолетняя динамика продуктивности высших водных растений Беловского водохранилища (юг Западной Сибири)

Соколова М.И. (Барнаул, msokolova@iwwp.asu.ru)

Развитие высшей водной растительности в небольших равнинных водохранилищах проходит три стадии: начального формирования, устойчивого состояния и постепенного отмирания. На первой стадии идет в основном процесс пространственного расселения растительности. Флора, как правило, формируется на основе биофонда реки и затопленных участков поймы. Наступление стадии устойчивого состояния водной растительности проявляется в постоянстве доминирующих видов и стабилизации продуктивности фитоценозов. По данным предыдущих исследователей, во флоре Беловского водохранилища, образованного в 1964 г. на р. Иня, через 8 лет существования (1972 г.) присутствовали виды, характерные для этой реки и затопленных участков ложа водохранилища (18 видов), через 14-15 лет после заполнения (1978 г.) – 28 видов. В период наших исследований в 2006 и 2008 гг. гидрофильная флора Беловского водохранилища была представлено 50 видами высших водных растений, относящимися к 32 родам, 20 семействам и 3 отделам. По числу видов преобладали представители семейств: рдестовые (*Potamogetonaceae*) – 8 видов, злаковые (*Poaceae*) – 5 видов и осоковые (*Cyperaceae*) – 5 видов. Среди высшей водной растительности Беловского водохранилища по первичной продукции доминируют сообщества гелофитов: тростника южного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), и рогозов узколистного (*Typha angustifolia* L.) – 1353,6 г/м² в год и широколистного (*Typha latifolia* L.) – 3024 г/м² в год. Сообщества погруженных и плавающих растений широко распространены по всей акватории водоема, занимают практически все мелководные участки, но играют меньшую роль в продуцировании биомассы макрофитов. Высокую продукцию (для территории Сибири) имеют сообщества роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* L.), рдестов пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.) –

748,8 г/м² в год и блестящего (*Potamogeton lucens* L.) – 384 г/м² в год, а в зоне влияния теплых сбросных вод и в самом сбросном канале валлиснерии спиральной (*Vallisneria spiralis* L.) – 105,6 г/м² в год. Сравнение величин годовой продукции отдельных видов растений в 1978, 2006 и 2008 гг. показало, что за последние 30 лет увеличения биомассы основных продуцентов не произошло. Так, продукция в 1978, 2006 и 2008 гг. валлиснерии спиральной составляла 200,4, 105,6 и 134,4 г/м², в год, соответственно; рдеста блестящего – 798, 384 и 237,6; рдеста пронзеннолистного – 762, 748,8 и 124,8; рогоза широколистного – 1897,2, 3024 и 1195,2; рогоза узколистного – 1920, 1353,6 и 1641,6. Таким образом, в 2008 г. было отмечено снижение продукции основных продуцентов, что может быть связано с гидрологическими особенностями года. В настоящее время доступные с учетом прозрачности воды и характера грунтов мелководные участки водохранилища практически полностью заняты гидрофильной растительностью. Высшая водная растительность Беловского водохранилища находится в стадии устойчивого состояния, что характеризуется постоянством доминирующих видов, интенсивным зарастанием с выраженной поясностью и стабильной продуктивностью фитоценозов.