

## ПРОГРАММА

подсекции «**Водные объекты Европейского Севера: Фундаментальные и прикладные исследования**», посвященной 25-летию Института водных проблем Севера КарНЦ РАН, в рамках научной конференции, посвященной 70-летию Карельского научного центра РАН «ПРИРОДНОЕ И КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

**Председатель подсекции – директор ИВПС КарНЦ РАН д.г.н Субетто Д.А.**

**Дата проведения подсекции**

27 мая

**Место проведения подсекции:**

Петрозаводск, пр. А. Невского-50, ИВПС КарНЦ РАН (аудитория 527)

**9.00**

**Вступительное слово председателя подсекции директора ИВПС КарНЦ РАН д.г.н. Субетто Д.А.**

**9.10**

**Филатов Н.Н.**

**РЕЗУЛЬТАТЫ 25-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ СИСТЕМ СЕВЕРА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Приводятся основные результаты исследований ИВПС КарНЦ РАН за последние 25 лет, выполненные в соответствии с основными направлениями деятельности ИВПС КарНЦ РАН. В рамках указанных основных направлений ИВПС принимал участие в научных исследованиях по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации. В период 1991-2016 гг. ИВПС КарНЦ РАН проводил научные исследования и внедрял практические разработки по заданию федеральных и региональных органов, министерств, ведомств, предприятий и организаций на территории Северо-запада РФ.

**9.30**

**Чернов И.А.<sup>1</sup>, Толстикова А.В.<sup>2</sup>**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ БИОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КРУПНОГО ВОДОЕМА НА ПРИМЕРЕ БЕЛОГО МОРЯ**

Доклад посвящен разработке комплексной модели северного моря и ее апробации и применению для условий Белого моря и Северного Ледовитого океана. Основой для этого программного продукта, который мы назвали JASMINE, стала модель гидротермодинамики Северного Ледовитого океана FEMAO проф. Н.Г. Яковлева (ИВМ РАН), включая оригинальную модель морского льда, а в качестве биогеохимического блока выбрана модель BFM, разрабатываемая и поддерживаемая консорциумом BFM [<http://bfm-community.eu>]. Модель BFM описывает развитие сообществ в нижней части трофической пирамиды (планктон и бактерии) и основана на принципе стехиометрического описания, при котором скалярные поля концентрации химических элементов (и хлорофилла) в составе групп организмов и растворенных в воде сложных веществ взаимодействуют между собой. Так описываются отношения хищничества, фотосинтез и т. п. Гибкость описания позволяет подключать новые группы организмов, либо объединять группы в более крупные. Например, в модели Мирового океана используется стехиометрическое предположение, при котором отношение концентраций элементов к углероду постоянно для каждого организма. Есть возможность описывать цикл железа, хотя по умолчанию он отключен.

Модель BFM хорошо себя зарекомендовала для моделирования Мирового океана в составе комплекса PELAGOS, Атлантики, фьордов Норвегии, Средиземного моря. Мы применили ее для описания динамики планктонных сообществ в Белом море (настройка модели продолжается) и в настоящее время ведем работу над описанием экосистемы Арктики.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ № 16-45-100162 p\_a.

## 9.45

**Здоровеннова Г.Э., Р.Э. Здоровеннов, Г.Г. Гавриленко, Т.В. Ефремова, Н.И. Пальшин, А.Ю. Тержевик**

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА «А» В БОРЕАЛЬНОМ ОЗЕРЕ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕЙ ПОДЛЕДНОЙ КОНВЕКЦИИ**

Весенняя подледная конвекция оказывает огромное влияние на функционирование озерных экосистем на этапе поздней зимы. По мере увеличения потока солнечной радиации, проникающей под лед, интенсифицируется фотосинтез. Роль конвективного перемешивания в удержании фитопланктона в пределах фотического слоя является решающей: суточные миграции планктона испытывают влияние восходящих и нисходящих конвективных токов. Пространственно-временная изменчивость температуры воды и концентрации хлорофилла «а» была проанализирована по данным полевых измерений в небольшом мезотрофном озере Вендюрском (юг Карелии) в период развития подледной конвекции. Измерения температуры воды и концентрации хлорофилла «а» в апреле 2009-2015 гг. проводились на 22 станциях поперечного и продольного разрезов, а также на многосуточной станции с использованием зондов STD-90M «Sea & Sun Technology» и «BBE-Moldaenke», Германия.

Анализ данных показал, что распределение хлорофилла «а» в водной толще озера весной характеризуется выраженной пространственной неоднородностью и изменчивостью во времени. По концентрациям хлорофилла «а» доминировали зеленые: в стратифицированном слое они достигали 60-80%, а в конвективном 40-60%. В 2009-2012 гг. диатомовые достигали 20% в стратифицированном слое и 30% в конвективном. Наиболее высокие концентрации суммарного хлорофилла «а» в КПС (средние значения 1.6-1.8  $\mu\text{g/l}$ ) наблюдались в 2009, 2010 и 2011 гг., на фоне значительного прироста диатомовых. В начале весеннего прогрева в нижнем стратифицированном слое озера концентрации клеток водорослей небольшие и распределены относительно равномерно. При отсутствии конвективных движений небольшое количество клеток водорослей обеспечивает некоторый прирост биомассы подо льдом. В период развитой конвекции верхний слой воды в дневные часы достаточно освещен для того, чтобы обеспечить энергией процесс фотосинтеза. Восходящие и нисходящие конвективные токи приводят к выравниванию концентрации хлорофилла «а» по вертикали. Несмотря на резкое уменьшение интенсивности вертикальных движений воды в ночные часы, клетки фитопланктона в КПС распределены относительно равномерно, экстремальные выбросы отсутствуют в результате того, что фотосинтез полностью подавлен.

## 10.00

**Здоровеннов Р.Э., А.В. Митрохов, Г.Э. Здоровеннова, Н.И. Пальшин**

### **НОВАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ПРОФИЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРИДОННЫХ ОБЛАСТЯХ ВОДОЕМОВ СУШИ**

Одним из наиболее важных слагаемых в тепловом бюджете небольших водоемов в зимний период является теплопоток через границу вода-дно. Сложность параметризации теплового потока через границу вода-дно обусловлена, с одной стороны, зависимостью его от термодинамических свойств грунта, с другой - значительной изменчивостью во времени и по пространству. Для получения оценок теплопотока по широко известному градиентному методу, используется профиль температуры в верхнем слое донных отложений и придонном слое воды. В Институте водных проблем Севера КарНЦ РАН в 2007-2013 гг. было разработано и прошло успешную апробацию автономное устройство для измерения профиля температуры в придонных слоях воды и грунта (получен патент РФ №153787 U1, авторы Митрохов А.В., Пальшин Н.И.). Это устройство может успешно применяться для длительных автономных измерений.

Автономное устройство состоит из основания в виде равностороннего треугольника, углы которого соединены с тросом, подвешенным на буре через шарнирное соединение. Несущий металлический стержень с резьбой шарнирно прикреплен к тросу. В нижней части стержня на уровне основания закреплен с возможностью перемещения по вертикали измерительный блок, состоящий из металлической пластины, на которой размещены гнезда, выполненные из материала с низкой теплопроводностью, в которые вертикально установлены датчики температуры с логгерами, жестко закрепленные за середину корпуса. Шарнирно прикрепленный к тросу несущий стержень под действием силы тяжести принимает вертикальное положение даже при существенных перекосах основания. Таким образом, достигается и сохраняется положение датчиков на запланированных горизонтах измерений, что существенно уменьшает ошибки последующих вычислений теплопотока. Большой запас элементов питания дата-логгеров позволяет проводить измерения в течение длительного времени, что дает возможность исследовать динамику температуры придонного слоя воды и верхнего слоя донных отложений в период ледостава.

В зависимости от задач исследований зона измерений может быть расширена путем увеличения длины измерительного блока и количества датчиков. Кроме того, температурные датчики могут быть заменены на другие, например, на датчики растворенного кислорода, что позволит проследить за потоками газа через поверхность дна водоема.

### 10.15

**Ефремова Т.В., Пальшин Н.И.**

#### **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОДЫ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Для выявления реакции термического режима разнотипных озер Карелии на изменения климата использованы многолетние данные инструментальных ежедневных измерений температуры поверхностного слоя воды у берега Карельского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на 8 озерах Карелии. Для озер Топозеро, Выгозеро, Водлозеро, Ругозеро имеются данные с 1953 по 2009 год, для озер Сегозеро, Сямозеро – по 2011 год, для Ладожского и Онежского озер – по 2014 год. Для оценки связи температуры поверхности воды с температурой воздуха для каждого озера подбиралась ближайшая репрезентативная метеостанция с соответствующим периодом наблюдений на озерах. Установлено, что рост температуры воздуха в весенние месяцы приводит к более ранним срокам очищения водоемов ото льда и к более ранним датам установления прямых термических стратификаций, что способствует большему нагреванию в них поверхностного слоя воды в течение летних месяцев. Проведенный статистический анализ показал, что наклоны линейных трендов температуры воды в озерах и другие их статистические характеристики соответствуют характеристикам трендов температуры воздуха. За весь временной период (1953-2009 гг.) статистически значимые линейные тренды средней температуры поверхностного слоя воды за (июнь-октябрь) характерны для всех озер, за исключением оз. Водлозеро. Значения роста температуры воды изменяются от 0,23°C/10 лет до 0,37°C/10 лет. Имеющиеся данные наблюдений температуры воды для оз. Сегозеро и оз. Сямозеро по 2011 г, а для Ладожского и Онежского озер по 2014 г. свидетельствуют, что двухтысячные годы характеризуются наибольшими положительными изменениями температуры поверхностного слоя воды. Аномалии температуры за этот период по сравнению с данными, принятыми за норму (1961-1990), для Онежского и Ладожского озер характеризуются только положительными и высокими значениями (2-3°C). Наибольшие величины аномалий отмечены для озер в экстремально жаркие 2010 и 2011 годы. Таким образом, анализ долгосрочных наблюдений показал, что в результате глобального потепления климата увеличивается период стратификации, растет температура поверхностного слоя воды, увеличивается продолжительность «биологического лета». Особенно эти процессы проявляются в 2000-е годы и в крупных глубоководных водоемах (Ладожском, Онежском, Сегозере).

### 10.30

**Пальшин Н.И., Т.В. Ефремова**

#### **ЛЕДОВАЯ ФЕНОЛОГИЯ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

Для выявления реакции ледового режима разнотипных озер Карелии на изменения климата использованы многолетние данные наблюдений Карельского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за сроками ледовых явлений (даты замерзания и очищения озер ото льда) на 8 озерах (Ладожское, Онежское, Топозеро, Сегозеро, Выгозеро, Сямозеро, Водлозеро, Ругозеро). Анализ долгосрочных наблюдений показал, что ледовый режим озер Карелии коррелирует с крупномасштабной изменчивостью климата (NAO), а также с региональными метеорологическими параметрами (в основном, с температурой воздуха). Рост температуры воздуха в весенние месяцы за весь рассматриваемый временной период (1950-2009 гг.) приводит к более ранним датам окончания ледостава и очищения озер ото льда (на 2-8 суток). А рост температуры летом и осенью приводит к тому, что сроки образования льда за этот период запаздывают на 2-12 суток. В результате происходит сокращение периода ледостава, что особенно заметно в 2000-е годы. Продолжительность ледостава в 2000-е годы в среднем на озерах сократилась на 11-16 суток, а на крупных и глубоких озерах Онежском и Сегозере – на 20 - 30 суток. Полученные данные ледовой фенологии в Ладожском озере у острова Валаам за 1950-2014 гг. свидетельствуют о значительных изменениях в ледовом режиме Ладожского озера, особенно в последние десятилетия. Если до конца 80-х годов отсутствие ледостава в Ладожском озере у о. Валаам наблюдалось в среднем один раз в 10 лет, то с 90-х годов по 2014 г. устойчивый ледостав зарегистрирован ~50% зим. Причем в годы с ледовым покровом сроки установления ледостава сместились к более поздним, а сроки окончания – к более ранним датам.

### 10.45

**Гавриленко Г.Г., Г.Э. Здравеннова, Т.В. Ефремова, Н.И. Пальшин, Р.Э. Здравеннов, А.Ю. Тержевик**

#### **СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ ПОКРЫТОГО ЛЬДОМ БОРЕАЛЬНОГО ОЗЕРА**

С целью изучения пространственно-временной динамики потока фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР) в водной толще озера в конце периода ледостава были проведены измерения потоков солнечной радиации на верхней и нижней границах льда и в толще воды озера Вендюрского, расположенного в Карелии. Измерения проводились в апреле 2013-2015 гг. в течение 3-7 суток с шагом по времени одна минута с использованием пиранометров «Star-shaped» (Германия) и М-80м (Россия). Потоки ФАР (длины волн 400-700 нм) измерялись с использованием датчиков JFE Alec MkV-L («Alec Электроника», Япония) в водной толще озера до глубин 7 м с дискретностью по вертикали 0.5-1 м. В предположении экспоненциального затухания потока солнечной радиации в толще воды, мы рассчитали коэффициент экстинкции по измерениям потоков на соседних горизонтах. Дневные максимумы потоков падающей солнечной радиации на поверхности льда достигали  $550-800 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  при ясном или слегка пасмурном небе, и не превышали  $350 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  при сплошной облачности. Падающие потоки солнечной радиации на нижней границе льда достигали  $100-200 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  при ясной погоде, и не превышали  $100 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  при облачности. Дневные максимумы потоков ФАР на нижней границе льда достигали  $1500-2000 \text{ }\mu\text{мол}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$  при ясной погоде и  $900-1000 \text{ }\mu\text{мол}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$  при облачности. Потоки ФАР быстро убывали с глубиной, и глубже 3-4 м приближались к нулю. Максимальные значения коэффициента экстинкции  $2-2.8 \text{ м}^{-1}$  были получены для подледного слоя толщиной 0.5 м по измерениям в апреле 2013 г., при 0.35 м льда и солнечной погоде. В другие годы также максимум коэффициента ( $1.5-2.2 \text{ м}^{-1}$ ) отмечался в подледном слое 0.5-1 м толщины. Во все годы измерений значения коэффициента экстинкции убывали и глубже 1-1.5 м не превышали  $0.8-1.2 \text{ м}^{-1}$ . Предположительно, такой характер вертикальной изменчивости коэффициента был связан с тем, что днем в подледном слое увеличивалось количество клеток фитопланктона. Непрерывные измерения потоков ФАР в течение нескольких последовательных дней позволили проследить как суточную, так и синоптическую изменчивость коэффициента экстинкции. Оказалось, что при наступлении пасмурной погоды, величина коэффициента в подледном слое уменьшалась. Предположительно, это могло быть связано с тем, что при уменьшении потоков ФАР в подледном слое фотосинтез подавлялся, количество клеток фитопланктона уменьшалось и их затеняющий эффект сглаживался.

## 11.00

**Волков С.Ю.**

### ТЕРМОДИНАМИКА ПОКРЫТОГО ЛЬДОМ ОЗЕРА

Изменение термической структуры мелководного озера во времени определяется поглощением солнечной радиации, обменом теплом на границах водной толщи озера с атмосферой и грунтом, а также перераспределением тепла в озере течениями и турбулентным перемешиванием. В местах с сильной тектонической активностью, на тепловой режим озера влияет также геотермальная теплота.

Летом тепловой баланс мелководного озера определяется взаимодействием его водной массы с атмосферой, причём за счёт ветровой активности и небольшой глубины водоёма, температура всей водной толщи приблизительно одинакова. Зимой, когда на поверхности озера находится сплошной снежно-ледяной покров, препятствующий непосредственному теплообмену между водой и атмосферой, определяющим в уравнении теплового баланса мелководного малопроточного озера становится поток тепла на границе вода-дно. Перед ледоставом вода по всей глубине водоёма имеет температуру, близкую к температуре замерзания. При замерзании озера прекращается атмосферное воздействие на него, завершается перемешивание. Вследствие передачи теплоты от нагретого за лето дна начинают нагреваться нижние слои воды. Через некоторое время вода на дне приобретает температуру, при которой плотность ее максимальна – около  $4^\circ\text{C}$ , при этом вблизи льда вода имеет температуру около  $0^\circ\text{C}$ . Появляется устойчивая (при отсутствии значительных возмущающих явлений) стратификация. Нижние слои водной массы прогреваются дном до температур, превышающих  $4^\circ\text{C}$ , появляется конвективное движение придонного слоя, способное затрагивать значительные массы воды (до 9 м глубины в наблюдаемом лабораторией гидрофизики озере Вендюрском, максимальная глубина которого 13.4 м.). Однако, количество теплоты, накопленное дном в период открытой воды, за время зимы иссякает и перед взломом льда конвективные процессы на дне сходят на нет. Согласно результатам наблюдений на озере Вендюрском, мощность теплового потока на границе вода-дно колеблется от  $3.3 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  в первые дни ледостава до  $0.5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$  в конце зимы. Также, весной после схода снежного покрова с поверхности льда под воздействием солнечной радиации начинают прогреваться верхние слои озера.

## Перерыв

## 11.30

**Калинкина Н.М., Теканова Е.В., Сярки М.Т., Т.А. Чекрыжева, А.И. Сидорова, И.А. Литвинова**

### ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ МНОГОФАКТОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

На основании результатов наблюдений за период 1990-2015 гг. выполнен анализ состояния водных сообществ Онежского озера в условиях многофакторного воздействия. Показано, что последние 15 лет антропогенная нагрузка на Онежское озеро существенно снизилась: сброс сточных вод в прибрежной зоне Онежского озера в 2013 г. уменьшился по сравнению с 2000 г. на 30%. Выявлено резкое (в 4-5 раз) сокращение численности и биомассы глубоководного макрозообентоса Онежского озера. Обсуждаются возможные причины наблюдаемого явления: уменьшение антропогенной нагрузки на ВОДОЕМ; климатические изменения в северо-западном регионе России; влияние байкальской амфиподы *Gmelinoidea fasciatus* Stebbing, с появлением которой происходит перераспределение потока вещества и энергии из литоральной в пелагическую зону озера. Это, в свою очередь, может способствовать обеднению кормовой базы глубоководного бентоса. Динамика сообществ фитопланктона Онежского озера свидетельствуют о незначительном снижении трофического статуса водоема как по численности, так и по биомассе водорослей. Отмечается высокая устойчивость годового цикла первичной продукции в пелагической части Онежского озера. Показано, что сообщество зоопланктона центральной части Онежского озера находится в стабильном состоянии и практически не изменилось за последние 60 лет. Состояние зоопланктона в крупных губах (Петрозаводской и Кондопожской) определяется как естественными факторами, так и антропогенным влиянием, причем степень трансформации зоопланктона отражает интенсивность антропогенного фактора. В прибрежной части озера усилилась роль видов тепловодного комплекса, ранее редких и малочисленных. Делается предположение о сходных перестройках в структуре пелагического зоопланктона, если существующий тренд в изменении климата сохранится. «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00766)»

#### 11.45

**Теканова Е.В., Калинин Н.М., Макарова Е.М.**

#### **БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕК УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАРЕЛИИ**

Методами биоиндикации и биотестирования выполнена оценка состояния малых рек города Петрозаводска Лососинки и Неглинки в летний период. В качестве индикаторов загрязнения воды разными формами органического вещества использованы показательные эколого-трофические группы гетеротрофного бактериопланктона – олигокарбофильные, сапрофитные, фенолрезистентные, углеводородокисляющие и общие колиформные бактерии. В соответствии с критериями эколого-санитарного состояния поверхностных природных вод выявлено загрязнение речной воды легкоминерализуемым органическим веществом, в том числе фекального происхождения и нефтяными углеводородами. Установлено, что речная вода относилась к  $\beta$ -,  $\alpha$ -мезосапробному классу вод с признаками загрязнения и эвтрофирования. Обилие потенциально патогенной микрофлоры в воде городских рек исключало возможность их рекреационного использования в период исследования в соответствии с нормами СанПин. Биотестирование показало, что вода городских участков рек Лососинки и Неглинки не оказывала токсического воздействия на стандартные тест-объекты – ракообразные *Ceriodaphnia affinis* (выживаемость 100 %), возможно, за счет образования нетоксичных форм тяжелых металлов и токсикантов органического происхождения в результате их соединения с гуминовыми веществами. В верхнем течении р. Неглинки недалеко от ее истока выявлено негативное воздействие речной воды на выживаемость дафний, имеющее естественную природу – низкое значение рН воды (до 4,5) в этом участке реки (выживаемость 40 %).

#### 12.00

**Фомина Ю.Ю., Сярки М.Т.**

#### **СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА**

На основании результатов наблюдений за 2015 г. выполнен анализ состояния зоопланктона Онежского озера. За период наблюдений обнаружено более 200 видов ракообразных и коловраток, обычных представителей северо-запада России. Ядро доминирующего комплекса представлено 15-20 видами, обычными представителями северо-запада России, не изменилось с 1960-х годов. Количественные показатели зоопланктона сообщества значительно изменялись по сезонам. В зимний период зоопланктонное сообщество качественно и количественно обеднено видами, основу составляет взрослые веслоногие рачки, их науплиальные и копепоидитные стадии, что характерно для подледного зоопланктона Онежского озера. Весной, после распада льда с прогреванием воды отмечается быстрое развитие коловраток. Летнее состояние зоопланктона, с преобладанием в его составе ветвистоусых рачков, отмечается в первой декаде августа. Летний период характеризуется максимальным видовым разнообразием и количественным развитием зоопланктона. В целом распределение зоопланктона по озеру достаточно однородно, однако в районе вершинной части Кондопожской губы, испытывающей влияние сточных вод Кондопожского ЦБК, количество зоопланктона повышено в 4-6 раз. Наблюдается антропогенная трансформация зоопланктонного сообщества в сторону увеличения рачков-фильтраторов и мелких

коловраток. Во второй декаде августа в Онежском озере начинается период штормов показатели зоопланктона постепенно снижаются до декабря-января, когда происходит образование ледяного покрова. Анализ состояния зоопланктона Онежского озера показал, что состояние водных сообществ находится в обычном естественном для них состоянии. Характеристики с учетом сезонной изменчивости близки к среднемноголетним данным. В последние несколько лет отмечаются сдвиги в соотношении видов зоопланктона: прежде редкие и малочисленные виды стали занимать заметное место в сообществе. Подобные изменения могут быть связаны с климатическими колебаниями, но не носят необратимого характера.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00766)

## 12.15

**Бородулина Г.С., Токарев И.В., Крайнюкова И.А.**

### ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ ПРИТОКОВ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Представлены результаты исследований на акватории Онежского озера и его водосборе и наблюдений за атмосферными выпадениями (станция Петрозаводск). Основное внимание уделено анализу результатов исследования изотопного состава притоков озера. 47 водотоков опробованы на изотопный состав в августе 2015 г. и 22 реки юго-западного побережья в конце октября 2014 г. При рассмотрении задач о формировании изотопного состава поверхностных вод суши, одним из главных вопросов является установление генетической связи изотопного состава рассматриваемых объектов и выпадающих атмосферных осадков. Непрерывные ряды наблюдений (2009-2015 г.г.) за изотопным составом атмосферных осадков позволили получить локальную линию метеорных вод – ЛЛМВ. Также приведены результаты исследований изотопного состава воды в открытой части Онежского озера и вытекающей из него р.Свири. Показано, что изотопный состав притоков Онежского озера в целом изотопически легче озерной воды и отражает средние региональные изотопные отношения атмосферных осадков в теплый период года, а также зависит от характеристик водосборной территории – озерности и в большей степени заболоченности, обуславливающих процесс испарения. Изотопный состав воды р.Свирь, гидрохимический режим которой определяется режимом Онежского озера, близок к изотопному составу воды озера.

## 12.30

**Карпечко Ю.В., Мясникова Н.А.**

### ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЛЕСУ НА СТОК С ВОДОСБОРОВ КАРЕЛИИ

Оценки роли антропогенных факторов в формировании водных ресурсов позволят более рационально и обоснованно планировать деятельность человека. Большая часть территории Карелии (около 65%) покрыта лесом, где основными видами хозяйственной деятельности являются лесохозяйственные и лесопромышленные работы, включающие различные рубки. Лесные экосистемы и хозяйственная деятельность в них в значительной степени определяют формирование притока воды и поступление химических веществ в реки и озера Карелии, в том числе в один из крупнейших водоемов Европы - Онежское озеро, поэтому важной задачей является оценка влияния рубок на формирование стока с водосборов.

Наибольший преобразовательный эффект гидрологических процессов на участке леса происходит при заготовке древесины сплошными рубками, когда полностью удаляются спелые и перестойные лесные насаждения на площади до 50 га. Ежегодные рубки с целью заготовки древесины выполняются на небольшой площади, поэтому они не оказывают заметного влияния на гидрофизические и гидрологические процессы. Увеличение объема стока с лесопокрытой части водосборов после выполнения сплошных рубок составляет около 0.4 %. Однако, при выполнении этих работ в течение достаточно продолжительного отрезка времени на водосборе создается определенная возрастная структура древостоя, определяющая формирование элементов водного баланса. Ежегодное повторение рубок на крупном водосборе приводит к созданию на нем лесных участков, характеризующихся различием возраста растущего древостоя, а, следовательно, различием стока с каждого из этих участков.

Наиболее устойчивым режимом формирования стока, зависящим только от метеорологических условий, характеризуются коренные леса. В связи с тем, что преобразования таксационных характеристик в спелых и перестойных лесах происходят замедленно, то по условиям формирования элементов водного баланса они близки к коренным, что было подтверждено расчетами. Это позволяет получить антропогенную составляющую стока по разнице между его фактической величиной и стоком со спелых и перестойных насаждений. В среднем снижение стока в сравнение с его величиной, обусловленной природными и не связанными с хозяйственной деятельностью процессами, составляет с лесопокрытой части территории Карелии около  $1.0 \text{ км}^3$  (5%), а с водосбора Онежского озера около  $0.6 \text{ км}^3$  (3%).

## **12.45**

**Потахин М.С.**

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЗВИТИЯ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ МЕТОДАМИ ГИС**

Выполнены реконструкции развития Онежского озера в позднеледниковье с использованием методов геоинформационных систем (ГИС) и разработанной цифровой модели рельефа котловины и водосбора. В качестве исходной концепции для палеореконовструкций была принята модель дегляциации котловины предложенная И. Н. Демидовым (2004; 2006). Использование ГИС-моделирования позволило получить более детальные палеогеографические схемы основных этапов развития Онежского озера в позднеледниковье и наметить новые районы для дальнейших экспедиционных исследований.

## **13.00**

**Сабылина А.В., Т.А. Ефремова, М.В. Зобкова, П.А. Лозовик, А.В. Рыжаков**

### **ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ЕГО КОМПОНЕНТЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ КАРЕЛИИ**

Представлен анализ данных по количественному составу аллохтонного и автохтонного органического вещества (ОВ) в поверхностных водах Карелии. Содержание растворенного автохтонного ОВ меняется незначительно (1,7 – 4,4 мгС/л) (по ХПК) и в среднем составляет  $3,2 \pm 0,8$  мгС/л. Основное отличие исследованных водоемов связано с различным содержанием в них аллохтонного ОВ, которое варьируется в широких пределах, от 0,9 до 22,3 мгС/л. Углеводы, липиды и белки были исследованы как важнейшие лабильные компоненты ОВ природных вод. В составе аллохтонного ОВ превалируют гумусовые вещества (89 %), а на долю связанных углеводов с ними приходится 7 %. В автохтонном ОВ установлено содержание свободных углеводов (28%), липидов (3-4%) и белков (1,4%).