



# ВЕСТНИК

Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН

№ 2  
(136)

## В номере

### ОБЗОР

- Кудяшева А.** История науки: радиобиология. Действие малых доз ионизирующего излучения ..... 2

### СТАТЬИ

- Полетаева И.** Адонис сибирский в Республике Коми ..... 8
- Мартынов Л.** Долговечность деревьев и кустарников в ботаническом саду Института биологии ..... 11
- Алексеева Р.** Растительность и стратиграфическое строение Мартюшевского болота (бассейн р. Печора) ..... 14
- Русанова Г.** Почвообразование на пределе распространения леса ..... 18

### СООБЩЕНИЯ

- Тетерюк Б.** Флористическое разнообразие сообществ околоводной растительности Атаманских озер (Приполярный Урал, Республика Коми) ..... 22
- Накул Г.** Полярная крачка (*Sterna paradisaea*) в Малоземельской тундре: распространение, численность, размножение, миграции и питание ..... 25
- Тарабукин Д., Торлопов М., Володин В., Донцов А.** Особенности ферментативной деструкции порошковых целлюлоз, полученных различными методами ..... 28
- Каверин Д.** Сравнительная характеристика основных типов антропогенно-преобразованных почв г. Сыктывкар ..... 31

### ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

- Шубина В., Черезова М.** Зообентос как индикатор экологического состояния водотоков ..... 33

### КОНФЕРЕНЦИИ

- Минеев О.** Международная конференция «Границы Арктики: эпоха Арктики» ..... 36
- Каверин Д.** Четвертый международный конгресс по рациональному использованию сельскохозяйственных ресурсов ..... 37
- Москалев А.** Участие в конференции «Актуальные вопросы геронтологии и гериатрии» .. 40

Издается  
с 1996 г.

**Главный редактор:** к.б.н. А.И. Таскаев  
**Зам. главного редактора:** д.б.н. С.В. Дегтева  
**Ответственный секретарь:** И.В. Рапота  
**Редакционная коллегия:** д.б.н. М.М. Долгин, д.б.н. Т.И. Евсеева, к.б.н. В.В. Елсаков, д.б.н. С.В. Загирова, к.б.н. К.С. Зайнуллина, к.х.н. Б.М. Кондратенко, к.б.н. Е.Г. Кузнецова, к.б.н. С.П. Маслова, к.б.н. Е.А. Порошин, к.э.н. Е.Ю. Сундуков, к.б.н. И.Ф. Чадин, к.б.н. Т.П. Шубина



## ИСТОРИЯ НАУКИ: РАДИОБИОЛОГИЯ. ДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

д.б.н. **А. Кудряшева**  
зав. лабораторией радиозэкологии животных  
E-mail: kud@ib.komisc.ru; тел. (8212) 43 04 78

Научные интересы: *радиозэкология, радиационная биохимия*

### Понятие малых доз ионизирующего излучения

Влияние малых доз ионизирующей радиации на биологические системы является важной проблемой радиобиологии, которая сегодня еще до конца не изучена и не решена. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что действие малых доз ионизирующей радиации получают все больший контингент людей, а также представители биоты, экосистем нашей планеты. Развитие ядерной энергетики, увеличение объема испытаний радиоактивных материалов в разных отраслях техники, ядерных отходов атомных реакторов разного назначения неизменно сопровождается увеличением доз излучения. Какие дозы радиации считаются малыми? Известно, что радиочувствительность различных живых организмов чрезвычайно широко колеблется. То, что можно считать малой дозой для растений, для животных, в особенности для млекопитающих и человека, может оказаться смертельной дозой. А.М. Кузин [8] предлагал считать областью малых доз такое превышение природного радиационного фона для данного вида, при котором наблюдается явление гормезиса. Чтобы понятие «малые дозы радиации» приобрело желаемую четкость, остановимся на количественных определениях этого понятия.

Чаще всего принимают произвольные допущения и под малыми дозами понимают дозы, количественные значения которых не больше естественного радиоактивного фона на один-два порядка. Поскольку последний характеризуется мощностью поглощенной дозы порядка 0.1-0.4 сГр/г, то соответственно к малым дозам относятся дозы от 1 до 40 сГр. Эти значения отвечают рекомендациям Научного комитета действия атомной радиации (НКДАР). Другая международная организация – Научный комитет по действию атомной радиации при ООН (UNSCEAR), подходит к определению «низких» доз как эквивалентных уровней, соответствующих диапазону 0...0.2 Зв [5]. Иногда считают, что область малых доз излучения соответствует значениям, которые на два или больше порядков меньше летальной дозы ( $LD_{50}$ ) для данного вида. Таким образом, применительно к человеку малые дозы – это 4-5 рад (0.04-0.05 Гр) при однократном облучении, а для многих растений  $LD_{50}$  равняется 200...500 Гр, то следовательно, для них малыми будут дозы 2-5 Гр.

В клинической практике под малыми дозами понимают дозы ионизирующей радиации, не приводящие к развитию клинически выраженных эффектов поражения – до 0.5-0.1 Гр, а в материалах

Греевской конференции 1980 г. под малыми дозами ученые имели в виду диапазон 2-5 Гр, т.е. дозы, наиболее часто применяемые в лучевой терапии. Для определения понятия малой дозы предложен физический критерий: малой считают дозу, при которой в критической мишени происходит в среднем не больше чем одно радиационное действие – пересечение мишени треком фотона или заряженной частицей. При этом если не происходит попадание в мишень, то поглощенная доза равна нулю. Один акт попадания сопряжен с минимальной дозой облучения. Очевидно, в этом случае под малой дозой понимают:

$$D_1 = \xi l \mu / \nu,$$

где  $\xi$  – ЛПЕ;  $l$  – средняя длина трека в мишени;  $\mu$  – коэффициент поглощения энергии облучения;  $\nu$  – чувствительный объем.

Поскольку такое определение малой дозы основывается на использовании среднего значения числа попаданий в мишень, а распределение попаданий соответствует статистическому распределению Пуассона, то малой дозе реально отвечает такое значение, при котором в облучаемой клеточной популяции будут клетки, в мишени которых было больше чем одно попадание, а также клетки, в мишени которых попаданий не было. В случае, когда попадание в мишень приводит к инактивации клетки, инициируя ее пролиферативную гибель, малая доза совпадает с  $D_0$ . Приведенный подход соответствует условию, при котором в проявлении радиобиологической реакции в клеточной популяции никакой роли не играют межклеточные взаимодействия. Если же последние принимают участие в формировании радиобиологического эффекта, то может проявляться зависимость эффекта от инактивации определенной части клеток, и тогда необходимо соответствующее корректирование в определении малых доз [5]. Как видим, несмотря на разные определения понятия малых доз, под ними понимают такие значения доз облучения, при которых регистрируются радиобиологические эффекты преимущественно нелетального характера.

### Особенности действия малых доз ионизирующей радиации. Гипотезы механизма действия малых доз на живые объекты

В настоящее время проблема влияния облучения в малых дозах (или низкоинтенсивного) на живые объекты чрезвычайно интересна не только в теоретическом, но и практическом плане. Она становится жизненно важной не только для работаю-

щих на атомных заводах и станциях или проживающих вблизи них, но и для миллионов людей, находящихся за тысячи километров от мест аварий на предприятиях атомной промышленности.

Радиобиология обладает весьма солидным багажом знаний о действии на биомакромолекулы, клетки, организмы высоких доз ионизирующего излучения, но имеет еще недостаточно данных, теоретических представлений о влиянии на окружающий нас мир живой природы техногенного повышенного радиационного фона, например, в два-четыре раза. Нельзя сказать, что исследования в этом направлении совсем не проводили: еще в 1923-1925 гг. М. Williams, а также М. Zuelzer и Е. Philipp установили ускорение броуновского движения молекул цитоплазмы клеток *Saxifraga umbrosa* и *Flodea* при их облучении малыми дозами рентгеновских лучей и замедление при действии больших доз. В 1926 г. W. Caspari [19], анализируя эти и подобные им результаты, обратил внимание на то, что наблюдаемые явления подчиняются правилу Arndt-Schulz. Согласно этому правилу (закону), «каждый раздражитель, действуя на одиночную клетку или группу клеток, составляющих орган, вызывает усиление или ослабление их физиологической деятельности в зависимости от меньшей или большей интенсивности раздражителя...», или в более общей форме: слабые раздражения пробуждают деятельность живых элементов, средние – ее усиливают, сильные тормозят, а очень сильные – парализуют. Экспериментальные данные постепенно продолжали накапливаться.

В 1946 г. Л.П. Бреславец [1] опубликовала монографию, в которой из анализа литературы и собственных данных более чем десятилетних исследований убедительно показала стимуляцию развития растений при облучении их семян малыми дозами рентгеновских лучей. В 1956 г. Н.В. Тимофеев-Ресовский [17] в опытах с радионуклидами подтвердил эти данные и дал теоретическую интерпретацию стимуляции развития растений под влиянием малых доз радиации. По-видимому, роль своеобразного *experimentum crucis* сыграли опыты G. Planel et al. в 1976 г. [22], а также выход в 1977 г. монографии А.М. Кузина [9], в которой был дан исчерпывающий обзор и обсуждение исследований в этом направлении. Был сделан вывод, что стимуляция жизненных процессов под влиянием малых доз атомной радиации имеет общебиологическое значение и является строго доказанным фактом. Публикация этих результатов способствовала выходу в 1980 г. в США книги Т.Д. Luskey [20], посвященной различию в биологических эффектах радиационного облучения большими и малыми дозами, где впервые был предложен термин «радиационный гормезис», который затем стал широко использоваться в работах аналогичной направленности. Ради объективности следует признать, что сходные позиции занимали гораздо ранее G.A. Sacher и E. Trucco (1962), а F. Gillot еще в 1956 г. рассматривал стимулирующий эффект малых доз радиации с позиций гомеопатии и высказывал возможные пути его использования в лечебных целях. Теоретические основы радиационного гормезиса и критический анализ экс-

периментальных результатов приведены в последней монографии А.М. Кузина [7], где автором была принята попытка уяснить физико-химические основы противоположного эффекта воздействия на биоту малых и больших доз ионизирующей радиации и наиболее полно приведены отечественные исследования в области биологического действия малых доз ионизирующей радиации.

В настоящее время накоплены многочисленные факты, свидетельствующие о том, что индуцированные малыми дозами ионизирующих излучений реакции клеток имеют ряд особенностей, выражающихся в явлениях гормезиса, адаптивного ответа или нестандартных зависимостей от дозы различных параметров. До недавнего времени считали, что последствия облучения живых систем сказываются лишь с определенного уровня доз, а зависимость «доза-эффект» носит пороговый характер. Выводы о форме дозовой зависимости основывались на экспериментальных данных об ответной реакции организмов на облучение в достаточно высоких дозах, поэтому для экстраполяции данных, полученных в радиобиологических исследованиях при использовании высоких доз излучения на область малых доз, требуются особые научные подходы, которые должны учитывать специфичность биологического действия ионизирующего излучения в малых дозах.

Однако необходимо иметь в виду, что все расчеты рисков воздействия малых доз радиации, основанные на гипотезе линейной зависимости, могут оказаться заниженными, так как в настоящее время появляется все больше научных публикаций, свидетельствующих о том, что в области малых доз радиации в условиях хронического облучения различных объектов – растений, животных и человека, наблюдается надлинейная (нелинейная) зависимость «доза-эффект». Из этой дозовой зависимости следует, что относительная эффективность облучения при низких мощностях доз в расчете на единицу дозы выше, чем данный показатель при высоких мощностях доз. Еще в 1964 г. на третьей международной конференции ООН по использованию атомной энергии в мирных целях в докладе, посвященном генетическим эффектам малых доз ионизирующих излучений, Н.П. Дубининым [6] на основе опытов, проведенных на дрозофиле, было показано, что при хроническом воздействии гамма-излучения при низких мощностях дозы в расчете на 1.0 рад индуцируется в несколько раз больше точковых мутаций (рецессивных леталей), чем при высоких мощностях дозы. Полученные результаты указывали на «значительно большую генетическую опасность облучения малыми дозами, чем следовало бы ожидать, исходя из экстраполяции данных, получаемых при облучении большими дозами».

Важнейшим этапом в оценке эффективности малых доз радиации явилось открытие в 1971 г. канадским исследователем А. Petkau высокой эффективности воздействия малых доз радиации на искусственные фосфолипидные мембраны [21]. Он показал, что облучение при низкой мощности дозы (0.001 рад/мин., общая доза 0.7 рад) вызывает такой же разрушительный эффект в мембранах, какой возникает при облучении в дозе 3500 рад при

мощности дозы 26 рад/мин. Другими словами, облучение при низкой интенсивности воздействия оказалось в 5000 раз более эффективным, чем облучение при высокой интенсивности! Это явление, названное «эффект Петкау», было многократно воспроизведено при изучении различных стохастических радиобиологических явлений, в том числе при изучении динамики заболеваемости раком. Нелинейная зависимость выхода хромосомных аберраций в клетках периферической крови человека от дозы облучения (в диапазоне малых доз) была показана в работах многих зарубежных и отечественных авторов [4, 11, 23, 24]. Относительно более высокая эффективность малых мощностей доз радиации (в 10-100 раз) была выявлена при изучении генетических последствий Кыштымской аварии 1957 г. для растений и животных. Надлинейная дозовая зависимость была описана также в отношении различных эффектов, наблюдаемых в популяциях растений и диких животных, произрастающих и обитающих в 30-километровой зоне Чернобыльской аварии.

Первые сведения о сложном, нелинейном характере индукции цитогенетических повреждений в диапазоне низких доз были получены Н.В. Лучником [10] при изучении цитогенетических эффектов в клетках корешков гороха, обработанных раствором радиоактивных продуктов деления ( $\alpha$ - и  $\beta$ -излучателей). Позже Н.В. Лучник с соавторами исследовал закономерности выхода цитогенетических повреждений в лимфоцитах периферической крови человека в диапазоне 5-40 сГр [11], показавших более высокий выход аберраций хромосом при  $\gamma$ -облучении в малых дозах, чем при высоких. Последующие исследования подтвердили справедливость предположения о том, что при действии малых мощностей доз хронического и низких доз острого облучения не могут быть адекватно описаны в рамках общепринятых линейной или квадратично-линейной моделей. Так, А.В. Севанькаев с коллегами [13] получил нелинейные зависимости по выходу структурных повреждений хромосом в лимфоцитах периферической крови человека в диапазоне доз 0.05-1 Гр при разных мощностях доз от источника  $^{60}\text{Co}$ . Авторы выдвинули гипотезу о возможных механизмах, обуславливающих аномальный (т.е. нелинейный) характер дозовой зависимости в области малых доз, согласно которой при определенной дозе индуцируется активность ферментов репарации, которые до определенного уровня не репарируют возникающие под действием радиации повреждения, следствием чего и является наблюдаемое плато на дозовой кривой. С увеличением дозы поток генетических повреждений нарастает и при достижении определенного уровня (в данной работе – 0.5 Гр) ферментов репарации становится недостаточно для устранения повреждений, в результате чего и происходит повышение частоты аберраций (диапазон 0.5-1 Гр) [13].

В дальнейших исследованиях нелинейный характер дозовой зависимости в области малых значений экспозиции был обнаружен как для животных, так и для растительных организмов с использованием различных тест-систем как в лабораторных экспе-

риментах, так и многочисленных исследованиях на природных популяциях в условиях радиоактивного загрязнения (на территориях с повышенным уровнем радиоактивности и в зоне аварии на Чернобыльской АЭС). Итак, во многих работах было показано, что закономерности выхода различных видов нарушений (цитогенетических, биохимических, морфологических и др.) в области малых доз характеризуются ярко выраженной нелинейностью и имеют универсальный характер, различаясь для разных объектов значениями доз, при которых происходят изменения характера зависимости и которые определяются их чувствительностью к внешним воздействиям. Тем не менее, единой общепризнанной концепции биологического действия малых доз ионизирующего излучения не существует. Имеющиеся концепции (некоторые из них мы приводим ниже), опирающиеся на признание нелинейной зависимости «доза-эффект», по-разному объясняют механизмы возникновения наблюдаемых эффектов в области малых доз.

Так, Д.М. Спитковский [14-16] предложил концепцию, которая постулирует существование двух дискретных клеточных субпопуляций, принципиально различающихся по ответной реакции на слабые внешние воздействия. Для клеток одной из субпопуляций характерен «адаптивный ответ ... уменьшение, по сравнению с ожидаемым, числа генетических нарушений, а для другой, напротив, увеличение числа генетических повреждений сверх ожидаемого «возможно индуцируемых не непосредственно излучениями, а другими событиями в клетке, которые также генерируются радиацией» [16, с. 741]. Автор считает, что существует среди облучаемых клеток в диапазоне малых доз ионизирующей радиации (2-3 сГр) малая субпопуляция так называемых клеток эволюционного резерва, повышенная репарация в которых обусловлена наличием большого числа аутогенерированных клетками повреждений. Механизм этого феномена еще до конца не ясен и может рассматриваться только в плане гипотезы. В результате индукции малыми дозами ионизирующей радиации происходит реорганизация ядра клетки в процессе включения программы синтеза адаптивных белков. Можно полагать, что малые дозы в данном случае приводят к переводу системы в новое состояние, которое необходимо, но недостаточно для выбора способа (системы репарации) адаптивного ответа на большую дозу конкретного воздействия. Другими словами, малая доза включает полифункциональную адаптивную систему, конкретный механизм которой задается природой вторичного воздействия.

С.А. Гераськин [3] сформулировал концепцию биологического действия малых доз радиации, дающую объяснение генетических процессов, происходящих в клетках при действии стрессирующих факторов низкой интенсивности. Основными положениями данной концепции являются следующие: 1) В основе ответной реакции клетки на облучение в низких дозах лежат эволюционно консервативные механизмы обеспечения устойчивости живых систем и возможности их адаптации к изменяющимся условиям внешней среды. 2) Клетка реагирует

на слабые воздействия внешних факторов как единая сложная, иерархически организованная система. 3) Наблюдаемые генетические эффекты в области малых доз обусловлены особенностями реализации ответной реакции клетки на слабое внешнее воздействие и являются результатом сложной цепочки событий, важнейший компонент которой – структурная реорганизация генома и связанная с нею смена модели генной экспрессии. 4) Существуют две различные стратегии, определяющие вид ответной реакции клетки на внешнее воздействие, – «пассивная» и «активная». «Пассивная» стратегия направлена на поддержание динамического равновесия (гомеостаза) клетки и заключается в активации систем адаптивного ответа. «Активная» стратегия наряду с выполнением функции по поддержанию динамического равновесия генетических структур создает предпосылки к увеличению пула изменчивости и заключается в активации мутагенных систем SOS-ответа, а также дубликативной транспозиции мобильных генетических элементов (МГЭ). Выбор между этими стратегиями определяется интенсивностью внешнего воздействия. 5) В диапазоне малых доз генетические нарушения характеризуются ярко выраженной нелинейностью и имеют универсальный характер. 6) В зависимости от интенсивности внешнего воздействия существуют четыре качественно различных типа ответной реакции и соответствующие им участки дозовой зависимости.

Большой интерес представляют также данные изучения механизма действия малых доз облучения на другие параметры клетки. В 1990-1996 гг. Е.Б. Бурлаковой и ее сотрудниками [2, 12] в Институте биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН был проведен широкий комплекс исследований действия малых доз облучения на биохимические, биофизические, функциональные параметры клеток различных органов животных, облученных гамма-радиацией низкой интенсивности. Были определены основные закономерности и особенности действия малых доз ионизирующего излучения на биологические объекты. Для всех изученных параметров однозначно доказано, что облучение в малых дозах вызывает многочисленные структурные перестройки в клетках, сохраняющиеся длительное

время после облучения и проводящие к изменению функциональной активности клеток. Была обнаружена бимодальная зависимость исследуемых параметров от дозы, а именно, эффект нарастал при низких дозах, достигая максимума (низкодозового), затем снижался (в некоторых случаях знак эффекта менялся на противоположный) и далее с увеличением дозы вновь нарастал (рис. 1). Общей закономерностью дозовых зависимостей является смещение максимума в область более низких доз при уменьшении интенсивности излучения. Важным результатом исследований было установление чувствительности отдельных макромолекул, клеток и организма к дополнительным воздействиям повреждающих факторов. Объяснение природы нелинейной бимодальной зависимости эффекта от дозы основывается на представлениях о том, что существует разрыв между дозами, вызывающими повреждения в биообъектах и иницирующими системы их восстановления. В связи с этим пока системы восстановления (или адаптации) не работают с полной интенсивностью, биоэффект нарастает с увеличением дозы. Далее по мере усиления процессов восстановления эффект или сохраняется на том же уровне, или уменьшается вплоть до элиминирования, или сможет сменить свой знак и вновь нарастает с увеличением дозы, когда повреждения в биообъектах превалируют над восстановлением. Следует обратить внимание на то, что по мере уменьшения интенсивности облучения увеличивается вклад повреждений мембран в общее повреждение клеток: в первую очередь изменяются структурные характеристики мембран, а затем активность мембранных ферментов, в том числе ферментов репарации ДНК. Таким образом, появляются новые пути изменений в генетическом аппарате, связанные с нарушениями в мембранах под действием радиации (рис. 2).

Все эти данные позволяют говорить о том, что реакция организма на действие малых доз облучения есть функция дозы облучения, мощности облучения, времени, прошедшего с начала облучения и что повреждающее действие низкоинтенсивной радиации проявляется при более низких дозах, чем гормезис. На важную роль повреждений биомембран в реализации отклика биологической системы

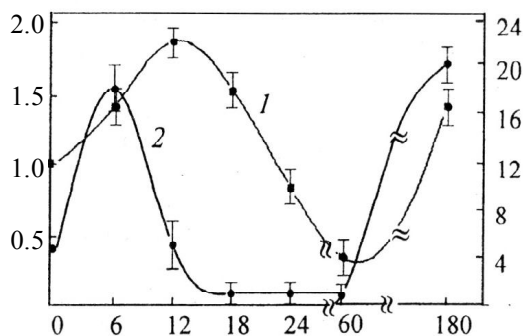


Рис. 1. Зависимость степени связывания ДНК с нитроцеллюлозными (НЦ) фильтрами и вязкости липидной фазы ядерных мембран печени облученных мышей от дозы облучения с интенсивностью 6 сГр/сут. [12].

По оси абсцисс – доза, сГр. По оси ординат – слева: вязкость липидной фазы ядерных мембран, отн. ед. (1); справа: степень связывания ДНК НЦ-фильтрами, отн. ед. (2).

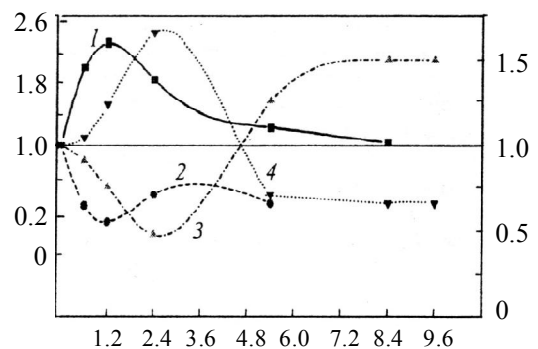


Рис. 2. Дозовые зависимости изменения структурных параметров генома и ядерных мембран органов мышей, облученных в интервале доз 0.6-9.6 сГр при интенсивности 0.6 сГр/сут. [12].

По оси абсцисс – доза, сГр. По оси ординат – слева: степень связывания ДНК НЦ-фильтром, опыт/контроль (1); справа: константа скорости щелочной элюции, опыт/контроль (2). Вязкость областей ядерных мембран, отн. ед. (3, 4).

при действии малых доз радиации указывает Л.Х. Эйдус [18]. С его точки зрения все закономерности эффектов малых доз (автор относит к ним адаптивный ответ, стимуляцию, пролиферацию, активацию различных биохимических процессов) могут быть поняты на основе представлений о неспецифической реакции клеток на повреждающие воздействия. Ведущим моментом в инициации всех эффектов малых доз, по мнению автора, является нарушение излучением функций плазматической и внутриклеточной мембран.

Хотя рассмотренные подходы к объяснению возможных механизмов формирования ответной реакции клетки на облучение в малых дозах имеют определенные различия, их объединяет признание нескольких важных положений и выводов [2, 12]:

1) Зависимость «доза–эффект» при малых дозах облучения имеет сложный нелинейный характер для самых разных параметров биологических систем.

2) Нелинейность зависимости «доза–эффект» является следствием изменения соотношения вероятностей участия механизмов утилизации повреждений, индуцируемых облучением в разных дозах, в конечный биологический эффект.

3) Малые дозы облучения изменяют чувствительность биомолекул, клеток, органов, организмов к действию других повреждающих факторов.

4) Наблюдаются длительные эффекты последствия.

5) По ряду изменений наблюдается обратная зависимость от мощности облучения.

6) При приближении доз облучения к околофоновым ионизирующая радиация оказывает в основном альтертирующее воздействие, а не повреждающее действие на клетку. Поэтому значительную роль в реализации отклика биологической системы на слабые внешние воздействия приобретают неспецифические реакции, имеющие общеприродное значение и обеспечивающие устойчивость клетки к любым экзогенным воздействиям. Под влиянием ионизирующего излучения в малых дозах индуцируются эффекты, которые не проявляются при больших дозах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бреславец Л.П. Растение и лучи рентгена. М.: Изд-во АН СССР, 1946. 192 с.
2. Бурлакова Е.Б. Эффекты сверхмалых доз // Вестн. РАН, 1994. Т. 64, № 5. С. 425-431.
3. Гераськин С.А. Концепция биологического действия малых доз ионизирующего излучения на клетки // Радиационная биология. Радиоэкология, 1995. Т. 35, вып. 5. С. 571-580.
4. Гофман Дж. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущих поколений. Минск, 1994. 574 с.
5. Гродзинский Д.М. Радиобиология: Підручник. Киев, 2000. 448 с.
6. Дубинин Н.П. Эволюция популяций и радиация. М.: Атомиздат, 1966. 743 с.
7. Кузин А.М. Идеи радиационного гормезиса в атомном веке. М.: Наука, 1995. 158 с.
8. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. М.: Наука, 1991. 116 с.
9. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. М.: Наука, 1977. 222 с.
10. Лучник Н.В. Об аномальной реакции при малых дозах облучения // Биофизика, 1957. Т. 2, № 1. С. 86-93.
11. Лучник Н.В., Морозов К.Н. Влияние стадии клеточного цикла и времени фиксации на частоту хромосомных aberrаций, вызванных облучением // ДАН СССР, 1973. Т. 212, № 5. С. 1220-1223.
12. Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах / Е.Б. Бурлакова, А.Н. Голощапов, Г.П. Жижина и др. // Радиационная биология. Радиоэкология, 1999. Т. 39, вып. 1. С. 26-34.
13. Поздышкина О.В., Севаньяев А.В. Количественные закономерности выхода aberrаций хромосом в культуре лимфоцитов человека при фракционированном  $\gamma$ -нейтронном облучении и в различных стадиях митотического цикла. Цитогенетические эффекты в стадии  $G_0$  // Радиобиология, 1992. Т. 32, вып. 4. С. 506-513.
14. Спитковский Д.М. Концепция действия малых доз ионизирующих излучений на клетки и ее возможные приложения к трактовке медико-биологических последствий // Радиобиология, 1992. Т. 32, вып. 3. С. 382-400.
15. Спитковский Д.М. Новые биофизические и биохимические аспекты механизмов действия малых доз ионизирующей радиации // Радиационная биология. Радиоэкология, 1999. Т. 39, № 1. С. 144-155.
16. Спитковский Д.М., Зайцев С.В., Талызина Т.А. Моделирование особенностей инициации генетических повреждений малыми дозами ионизирующих излучений в клетках эукариот на основе концепции существования клеток эволюционного резерва. // Радиационная биология. Радиоэкология, 1994. Т. 34, № 6. С. 739-747.
17. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биофизическая интерпретация явления радиостимуляции растений // Биофизика, 1956. Т. 1, вып. 7. С. 616-627.
18. Эйдус Л.Х. Мембранный механизм биологического действия малых доз. Новый взгляд на проблему. М., 2001. 81 с.
19. Caspari W. Physiologie der Roentgen und Radium Strahlen // Handb. norm. und pathol. Physiol., 1926. Bd. 17. S. 343.
20. Luckey T.D. Hormesis with ionizing radiation. Boca Raton: CRC press, 1980. 156 p.
21. Petkay A., Chelack W.S. Radioprotective effect of superoxide dismutase on model phospholipid membranes // Biochim. Biophys. Acta, 1976. Vol. 433. № 3. P. 103-122.
22. Planel H., Soleilhavoup I.P., Tixador R. Demonstration of a stimulating effect of natural ionizing radiation and of very low radiation doses on cell multiplication // Biological and environmental effects on low-level radiation. Vienna: IAEA, 1976. Vol. 1. P. 127-139.
23. Pohl E., Pohl-Rülling J. The radiation dose received by inhalation of air containing  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ ,  $^{212}\text{Pb}$  and their decay products // An. Acad. Brazil. Cienc., 1967. Vol. 39, № 3-4. P. 393-404.
24. Pohl-Rülling J., Fischer P. The dose-effects relationship of chromosome aberrations to and  $\gamma$ -irradiation in a population subjected to an increased burden of natural radioactivity // Radiat. Res., 1979. Vol. 80, № 1. P. 61-81. ❖

## ЮБИЛЕЙ

В один из февральских морозных дней под неповторимую сонату вьюг и сиянье розовых снегов **Анатолий Иванович Таскаев** вступил в этот мир, чтобы принести в него свет и просвещение.

Интересен, поучителен и полон выдающихся свершений Ваш творческий путь, начавшийся с 1968 г. в Институте биологии Коми филиала АН СССР, ставшим Вашим домом, который Вы неустанно прославляете своими научными достижениями, поддерживаете его научно-техническую базу и воспитываете кадровый потенциал. Ваш путь в науке был предопределен уже со школьной скамьи, когда жизнерадостным курчавым юношей Вы решительно направились учиться в самый престижный вуз страны и, закончив физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, начали новый этап творческого пути в лаборатории радиохимических и радиофизических исследований.

Теперь Вы стали известным специалистом в области радиобиологии и радиэкологии. Приобрели всероссийскую и мировую известность Ваши работы, связанные с изучением перераспределения в почвенно-растительном покрове радионуклидов уранового и ториевого рядов, миграции радионуклидов техногенного происхождения по трофическим цепям, их биологического действия на человека, популяции животных и растений. Разработанные Вами методологические подходы были успешно использованы для оценки экологического состояния и реабилитации территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Вас ценят за умение неординарно мыслить, убедительно аргументировать свое мнение, комплексно подходить к решению проблем. Ваши организаторские способности и чувство ответственности известны всем ученым из ведущих институтов России, стран ближнего и дальнего зарубежья. Именно эти Ваши качества способствовали выдвижению Вас на пост заместителя председателя Коми научного центра УрО РАН.

Сложно перечислить все Ваши заслуги и положительные качества как ученого и руководителя. Но самое главное и ценное — это то, что кем бы Вы ни были: студентом с искрящейся улыбкой, директором крупного научного подразделения, Вы всегда остаетесь прежде всего Человеком.

*Мы хотим, дорогой Анатолий Иванович, чтобы Вы помнили: среди многочисленных уголков Земного шара есть маленькая столица Коми края, где Вас особенно ценят ученики и коллеги. Мы искренне рады поздравить Вас с 65-летием и пожелать творческих успехов, участливого трудового коллектива, достойных учеников, преданных друзей и простого человеческого счастья.*

Коллеги

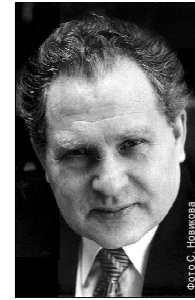


фото С. Никитова





## АДОНИС СИБИРСКИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

к.б.н. **И. Полетаева**  
с.н.с. отдела флоры и растительности Севера  
E-mail: [poletaeva@ib.komisc.ru](mailto:poletaeva@ib.komisc.ru); тел. (8212) 24 50 12

Научные интересы: *популяционная биология редких растений*

Адонис сибирский (горичвет, стародубка) (*Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb.) относится к одному из наиболее крупных семейств природной флоры Севера – сем. Лютиковые (Ranunculaceae). Род адонис содержит 40 видов, распространенных в умеренных широтах Европы и Азии. Он имеет значительный практический интерес, так как все исследованные его виды содержат сердечные гликозиды. Как известно, сердечно-сосудистые заболевания находятся в центре внимания современной медицины. Патология органов кровообращения является одной из основных причин инвалидности и смертности людей. Один из видов – горичвет весенний (*Adonis vernalis*) используется для лечения с очень давних времен. О его использовании в медицинской практике впервые упоминает греческий врач Диоскорид в I в. до н.э. В настоящее время в качестве лекарственного сырья трава горичвета весеннего принята многими фармакопеями мира. Тем не менее, почти все запасы сырья в природе уничтожены бесплановой заготовкой. В поисках заменителей горичвета весеннего изучены другие виды рода. Все исследованные виды содержат гликозиды и обладают высокой биологической активностью. В Республике Коми встречается только один вид рода – адонис сибирский – очень декоративное раноцветущее [5, 8], медоносное [3, 12] и ценное лекарственное растение, может использоваться в качестве заменителя горичвета весеннего [10, 13]. Из надземной части *Adonis sibirica* выделены до 0.15 % сердечных гликозидов (строфантин, цимарин, к-строфантин-β, конваллатоксин, адонитоксин), флавоноиды (ориентин и адонивернит), фитостерин, сапонины, а также пятиатомный спирт адонит [13].

Распространение адониса сибирского связано в основном с Азией. Ареал этого растения с запада на восток простирается от Предуралья до бассейна р. Лена, от 57 до 131° в.д.

На север горичвет сибирский проникает до 63° с.ш., а местами даже заходит за Полярный круг (севернее г. Жиганск), на юге он доходит до хребта Тарбагатай, проникая до 45°30' с.ш. и еще южнее, в горнолесные районы Монголии и северо-восточного Китая до отрогов хребта Досиньянлинь [18]. В европейской части России имеются только отдельные находки этого растения в Архангельской, Кировской [2], Вологодской областях и юго-восточных районах Республики Коми [19], восточнее – на Среднем Урале [4, 17]. Ареал адониса сибирского – типично дизъюнктивный, состоящий из уральского, горноалтайского, кузнецко-обского, енисейско-ангарского и байкало-ленского фрагментов. Чаше всего данный вид встречается в светлых лиственных, березовых и хвойно-мелколиственных лесах, нередко на выходах известняков. Северная граница распространения вида в Республике Коми проходит по Вычегде и верхней Печоре. Отдельные местонахождения отмечены на реках Илыч, Сойва, Ухта; в Архангельской области – на реках Пинега, Юла, Вага. Растение относится к лесостепному и боровому сибирскому флористическому комплексу. Встречается нечасто в смешанных лесах, ельниках, лиственничниках, на опушках, сухих склонах, известняковых обнажениях. В условиях Республики Коми больших зарослей не образует, встречается рассеяно [15].

Нами были изучены популяции адониса сибирского во флористическом заказнике «Сойвинский», флористических памятниках «Помоздинский» и «Пузлинский». Заказник «Сойвинский» расположен в Троицко-Печорском административном районе в долине р. Сойва, пересекающей отроги древнего Тиманского кряжа. Рельеф возвышенный, отметки высот составляют более 200 м н.у.м. В долине реки имеются многочисленные скальные обнажения карбонового, пермского, юрского геологических периодов [1]. Флористический памятник «Помоз-

динский» организован на выходах коренных горных пород на левом берегу р. Помоз, «Пузлинский» – в долине р. Пузла (правый приток р. Вычегда) на выходах известняков (Усть-Куломский район). Состояние ценопопуляций адониса сибирского было обследовано с использованием методики наблюдений за ценопопуляциями редких видов растений [6].

Во флористическом памятнике «Пузлинский» вид отмечен в нижней части облесенного склона (переход от сосняка к пойменному ивняку). В древостое преобладают сосна и береза с примесью лиственницы, ели и осины. В кустарниковом ярусе – жимолость Палласа (*Lonicera pallasii* Ledeb.), можжевельник (*Juniperus communis* L.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), спирея средняя (*Spiraea media* F.Schmidt), волчье лыко (*Daphne mezereum* L.). Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 60 %, в нем встречаются 50 видов, наиболее ценотически значимы костяника (*Rubus saxatilis* L.), лабазник (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), аконит северный (*Aconitum serpentinale* Koelle), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.). Встречаемость адониса сибирского изменялась от 2.5 до 30 %. Средняя плотность размещения его особей составляла 0.4-1.6 экз./м<sup>2</sup>.

Во флористическом памятнике «Помоздинский» популяция обнаружена в ельнике разнотравном на известняковом обнажении на левом берегу р. Помоз. В подросте – ель (*Picea obovata*), в подлеске преобладают жимолость Палласа, шиповник иглистый. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются 39 видов растений, из которых наиболее обильны герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), чина весенняя (*Lathyrus vernis* (L.) Bernh.), костяника, перловник поникший (*Melica nutans* L.), подмаренник северный (*Galium boreale* L.), осока пальчатая (*Carex digitata* L.) и др. Встречаемость адониса сибирского в этой популяции составила 35 %, средняя плотность 2.4 экз./м<sup>2</sup>.

В заказнике «Сойвинский» описана ценопопуляция адониса сибирского в смешанном сосново-березовом лесу с примесью ели и лиственницы. В подросте встречаются ель и кедр (*Pinus sibirica* Du Tour), в подлеске – можжевельник, жимолость Палласа, ива



козья (*Salix caprea*), спирея средняя. В травяно-кустарничковом покрове преобладают костяника, герань лесная, майник (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt), кислица (*Oxalis acetosella* L.), скерда сибирская (*Crepis sibirica* L.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), василисник малый (*Thalictrum minus* L.). Частота встречаемости адониса сибирского 55 %, плотность популяции – 8.8 экз./м<sup>2</sup>, степень генеративности очень высокая – 77.3 %. В заказнике «Сойвинский» описана еще одна ценопопуляция горюхи сибирской в березово-еловом разнотравно-зеленомошном лесу. В древостое преобладает ель. Отмечено значительное участие березы и осины, единичные деревья пихты, кедра и лиственницы. Травяно-кустарничковый ярус наряду с обычными лесными видами – костяникой, звездчаткой ланцетолистной, чиной весенней, аконитом – включает редкие виды: пион уклоняющийся (*Paeonia anomala* L.) и др. Покров из зеленых мхов сплошной. Частота встречаемости адониса сибирского в ельнике низкая – 17.5 %. Очень низкая плотность популяции от 4 до 6 экз./м<sup>2</sup>. При этом отмечена высокая степень генеративности – 58 %.

Адонис сибирский – многолетнее травянистое растение с толстым коротким корневищем. В условиях Республики Коми побеги в начале цветения 20-30 см высотой, позднее, после отцветания удлиняющиеся до 60 см, простые или ветвящиеся. Листья ярко-зеленые, дважды-, реже триждыперисторассеченные на линейно-нитевидные доли (около 1 мм шириной), в очертании овальные или треугольные, 7.5-12.5 см длиной и 4.0-13.0 см шириной, по 6-20 на одном побеге, голые. Ниже располагаются один-два листа переходного типа со слабо развитой листовой пластинкой и один-два чешуевидных листа, сросшихся в короткую трубку. Цветки крупные, золотисто-желтые, 4-6 см в диаметре. Чашечка пятилистная, голая, чашелистики гладкие, желтовато-зеленоватые, обратнойяцевидные, 20-30 мм длиной и 10-15 мм шириной. Лепестки обратнойяцевидные, многочисленные (10-14), при основании не имеют медовых ямок. Тычинок и пестиков много. Плоды сложные, состоящие из многочисленных односемянных орешков, собранных в шаровидную головку 10-12 мм в диаметре. Орешки голые, морщинистые, обратнойяцевидные, с пригнутым носиком.

В зависимости от местообитания адонис сибирский несколько меняет внешний облик (табл. 1). В ксерофильных условиях растения приземистые, со сближенными листьями, в мезофильных – растения выше, сильнее ветвятся, имеют большое количество цветков [19]. Высота растений изменяется в разных популяциях от 42 до 51.8 см, количество генеративных побегов колеблется в пределах 1-13 (в среднем 1.5-2.2), вегетативных – от 1 до 4 (в среднем 1.2-1.8). Наиболее крупные, хорошо развитые растения адониса сибирского отмечены в популяции в смешанном березово-еловом лесу заказника «Сойвинский». Обращает на себя внимание, что у растений этой популяции наблюдается ветвление генеративных побегов, и на одном побеге имеются плоды на главном и боковых цветоносах и цветоножках. Онтогенез адониса сибирского подробно изучен Е.Л. Нухимовским [16] на Алтае. Горюхет сибирский на Алтае произрастает в основном на опушках и среди разреженных песков, на суходольных лугах вдоль небольших горных рек и ручьев в нижнем и среднем поясах гор. Некоторые этапы онтогенеза изучены нами в Республике Коми. Семена прорастают в конце лета или осенью в год созревания, реже весной, после однократной зимовки под снегом. По нашим данным, плодочки зеленоватые, эллиптические, рассеяно опушенные орешки, 0.33-0.41 см длиной, 0.26-0.39 см шириной, легко осыпаются в незрелом состоянии.

**Прегенеративный период.** Развитие растений из семян происходит очень медленно – в течение 10 лет и более. Проростки (р) появляются не-

равномерно по времени в июле-сентябре текущего года, реже весной. Прорастание семян надземное; развернувшиеся семядоли (две) зеленые, голые, яйцевидные или эллиптические, 0.7-0.9 см длиной, 0.3-0.4 см шириной, постепенно переходящие в черешки, сросшиеся основаниями; главный корень до 4 см длиной, гипокотиль 0.4-1.5 см длиной, около 1 мм в диаметре. После появления настоящего листа растение сохраняет семядоли с одним-четырьмя настоящими более или менее рассеченными листьями и короткой (0.1-5 см) стеблевой частью. Первый лист однократно трехрассеченный с двух- или трехлопастными сегментами или лист трехлопастной нерассеченный с коротким черешком. На гипокотиле и главном корне образуются поперечные складки («морщинистость»), свидетельствующие об их контрактильности, которая в последующие годы заметно увеличивается. Засыхание семядолей свидетельствует о переходе в ювенильное возрастное состояние (j). Длина одиночных надземных побегов 0.1-5.0 см. В начале развития на корневище придаточные корни не образуются. В последующие годы возобновление побегов ежегодное. Побеги состоят из корневища (гипогенного, эпигенного) из одного-двух метамеров с чешуевидными листьями низовой формации и почками возобновления в их пазухах. Надземная часть побега высотой 3-15 см несет последовательно один сросшийся в трубку чешуевидный лист переходного типа и несколько листьев срединной формации. В очертании листья овальные или треугольные, 2.0-7.0 см длиной, 1.5-6.0 см шириной, одинажды- или дваждыперисторас-

Таблица 1  
Морфометрические показатели *Adonis sibirica*,  $x \pm m_x$  (V, %)

Показатель	Местообитание			
	А	Б	В	Г
Высота растений, см	51.8 ± 1.5 (14)	42.3 ± 1.7 (22)	50.2 ± 3.7 (35)	51.8 ± 1.0 (17)
Количество побегов, шт.				
генеративных	1.5 ± 0.3 (87)	2.2 ± 0.6 (106)	1.7 ± 0.4 (74)	1.7 ± 0.2 (59)
вегетативных	1.8 ± 0.2 (50)	1.3 ± 0.1 (36)	1.2 ± 0.2 (37)	1.8 ± 0.3 (49)
Количество листьев на вегетирующих побегах, шт.	14.9 ± 0.8 (20)	12.4 ± 1.2 (43)	10.5 ± 0.4 (19)	11.6 ± 0.3 (27)
Длина листа, см	–	–	10.0 ± 0.3 (14)	9.5 ± 0.1 (13)
Ширина листа, см	–	–	12.1 ± 0.4 (16)	9.7 ± 0.2 (22)
Количество цветков на растении, шт.	1.6 ± 0.3 (83)	1.4 ± 0.4 (79)	1.9 ± 0.5 (77)	1.8 ± 0.2 (59)

*Примечание.* Здесь и далее: А – известняковое обнажение (р. Пузла), Б – смешанный лес (р. Помоз), В – смешанный лес сосново-березовый (р. Сойва), Г – смешанный лес березово-еловый (р. Сойва). Проверк – данные отсутствуют.

сеченные с двух- или многолопастными сегментами. Из пазушных зимующих почек на следующий год разворачивается лишь одна, а остальные становятся спящими или отмирают. Главный корень живой, до 15 см длиной, образуются придаточные корни. Небольшие некротические рубцы на корневище служат важным диагностическим признаком при определении его возраста и всего растения. В конце ювенильной фазы начинается отмирание главного корня. Высота одиночных надземных побегов – до 25 см. Основным признаком вступления в имматурное состояние (im) является начало кущения. Высота надземных частей побегов до 30 см. На корневище образуется много придаточных корней. Имматурное состояние продолжается с 5-20 до 8-30 лет.

**Генеративный период.** Молодое генеративное возрастное состояние ( $g_1$ ) начинается с появлением репродуктивных побегов на 8-15 году. Корневище разветвленное, число ветвей не более пяти. Нередко, минуя имматурное состояние, ювенильные особи преобразуются в генеративные. Надземные побеги прямостоячие, с одним верхушечным цветком в первые годы, до 40 см высотой. В почках возобновления с осени предшествующего цветению года заложены зачатки цветков. Корневая система состоит из придаточных корней, которые углубляются в почву на 15-40 см. Средневозрастное генеративное состояние ( $g_2$ ) продолжается с 20-45 до 25-60 лет. В это время усложняется подземная часть, на корневище более пяти ветвей. С возрастом в благоприятных условиях существования (лесные луга, опушки низкогорных смешанных лесов) наблюдается обильное ветвление; куст компактный, высота прямостоячих надземных побегов 20-60 см. Корневище за счет обильного ветвления и радиального роста увеличивается в толщину. Некротическая партикуляция корневища усиливается; однако полной партикуляции еще нет. Корневище достигает 10 см в диаметре. Старое генеративное возрастное состоя-

ние ( $g_3$ ) продолжается с 25-60 до 70-80 лет. Материнская особь образует клон, представленный совокупностью нескольких (2-15) ежегодно или не ежегодно цветущих дочерних растений. Клон в зависимости от условий существования образуется на 25-60-м году жизни. В неблагоприятных условиях произрастания (сильное затенение и т.д.) растения долгое время могут не куститься, ежегодно образуют по одному новому побегу, или кустятся очень слабо. Нередки случаи, особенно у ослабленных растений, «перескакивания» через одно или даже несколько возрастных состояний.

Сенильное состояние (s) продолжается не более 10 лет. Растение представляет собой отдельные вегетативные партикулы. Общая продолжительность жизни особи на Алтае максимально около 70-90 лет [16].

В природе в Республике Коми адонис размножается семенным путем, о чем свидетельствует наличие всходов и ювенильных растений в изученных популяциях. Семена прорастают в конце лета или осенью в год созревания, реже весной после однократной зимовки под снегом. Растения, полученные из семян, в природе впервые цветут на 8-15-м году, а клон в зависимости от условий существования образуется на 25-60-м году жизни растения. В культуре вид размножают свежесобранными семенами. При посеве в середине июля всходы появляются через 25-40 дней. В первый год жизни растения развиваются неравномерно, часть их к концу вегетационного периода образует по одному настоящему листу, часть зимует только с семядольными листьями. При летнем посеве всходы продолжают появляться и следующей весной. На втором году жизни особи побеги имеют от одного до пяти настоящих листьев. Зацветают одиночные растения на третьем году жизни, а массового цветения сеянцы достигают на четвертом году.

Популяция вида в памятнике природы «Пузлинский» немногочисленная, общее количество растений не превышает 100 (табл. 2). Средняя

плотность размещения особей составляла 0.4-1.6 экз./м<sup>2</sup>. Степень генеративности достигала 57.5 %, остальная часть растений вегетирует. Адонис встречается отдельными экземплярами в разных сообществах, не образуя выраженных скоплений. Было обнаружено незначительное количество проростков, что свидетельствует о наличии семенного возобновления этого вида. Популяция в заказнике «Помоздинский» находится в критическом состоянии из-за крайне малой численности, общее число растений менее 100 экз., средняя плотность 2.4 экз./м<sup>2</sup>. Частота встречаемости составляет 35 %, степень генеративности особей несколько ниже, чем в рассмотренной выше популяции, и составляет 42.5 %. Наиболее благополучной является популяция адониса сибирского во флористическом заказнике «Сойвинский». Общая численность растений превышает 100 экз., отмечена высокая степень генеративности – 58.0 %. Распределение растений в популяции неравномерное, частота встречаемости 17.5, средняя плотность – 5.6 экз./м<sup>2</sup>. Состояние популяции в пределах заказника не обнаруживает признаков деградации.

В целях сохранения этого ценного растения в природной флоре адонис сибирский включен в Красную книгу Республики Коми [9] как вид с критическим уровнем численности, находящийся в республике под угрозой исчезновения (первая категория охраны 1(E)). Охраняется в некоторых комплексных и флористических заказниках, во флористических памятниках природы.

Адонис сибирский введен в культуру в Башкирии, Республике Саха, Новосибирской области [7, 11, 14]. В условиях культуры образует мощные кусты, в диаметре достигающие 60 см. В период массового цветения на кусте цветет одновременно до 30 цветков. Декоративность кусты сохраняют до конца вегетации – середины августа. Для обильного цветения им требуется легкая почва, богатая органическими веществами и известью. Растения растут медленно и очень чувствительны к пересадкам. Размножение семенами затруднено, так как они имеют низкую всхожесть, кроме того, часть семян прорастает только на второй год. Молодые растения растут медленно, зацветают только на четвертый-пятый год. Для сохранения генофонда этого редкого вида в условиях Республики Коми необходимо проводить исследования для введению в культуру адониса сибирского.

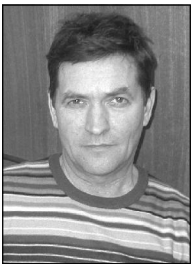
Таблица 2

Показатели состояния ценопопуляций *Adonis sibirica*

Показатель	Местообитание			
	А	Б	В	Г
Частота встречаемости, %	16.0	35.0	55.0	17.5
Численность, экз.	<100	<100	<100	>100
Средняя плотность популяций, экз./м <sup>2</sup>	1.2	2.4	8.8	5.6
Степень генеративности, %	57.5	42.5	77.3	58.0
Количество видов на пробной площади	50	39	28	30

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.
2. Баранова О.Г. Картограммы распространения редких растений в Вятско-Камском междуречье. Ижевск, 2000. 180 с.
3. Верещагин В.И., Соболевская К.А., Якубова А.И. Полезные растения Западной Сибири. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 347 с.
4. Горчаковский П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала // Труды Института биологии УФАИ СССР. Свердловск, 1966. Вып. 48. 272 с.
5. Горчаковский П.Л., Шурова Е.А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья, М.: Наука, 1982. 208 с.
6. Денисова Л.В., Никитина С.В., Заугольнова Л.Б. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений «Красной книги СССР». М., 1986. 34 с.
7. Дикорастущие травы Якутии в культуре / З.П. Савкина, Т.В. Андреева, Т.П. Говорина и др.; отв. ред. В.Н. Андреев. Новосибирск: Наука, 1981. 235 с.
8. Красная книга: дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Л.: Наука, 1975. 204 с.
9. Красная книга Республики Коми. М., 1998. 528 с.
10. Кучеров Е.В., Кузнецова Н.А., Лазарева Д.Н. Сравнительное изучение биологической активности горичвета весеннего и г. сибирского из разных пунктов Башкирии // Раст. ресурсы, 1969. Т. 5, вып. 1. С. 54-62.
11. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале. М.: Наука, 1987. 204 с.
12. Кучеров Е.В., Сираева С.М. Медоносные растения Башкирии. М.: Наука, 1980. 128 с.
13. Максютова С.С., Комиссаренко Н.Ф., Лазарева Д.Н. Изучение биологической активности и химического состава надземной части *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. // Раст. ресурсы, 1975. Т. 11, вып. 4. С. 512-514.
14. Мамаев С.А., Князев М.С. Опыт интродукции редких растений Урала // Охрана генофонда природной флоры. Новосибирск: Наука, 1983. С. 163-167.
15. Биология и экология редких растений Республики Коми / В.А. Мартыненко, И.И. Полетаева, Б.Ю. Тетерюк и др. Екатеринбург, 2003. 182 с.
16. Нухимовский Е.Л. Основы морфологии семенных растений. М.: Недра, 1997. 630 с.
17. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь, 1997. 251 с.
18. Пошкурлат А.А. Ареал *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb. // Раст. ресурсы, 1976. Т. 12, вып. 1. С. 98-104.
19. Флора северо-востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 3. 293 с. ❖



**ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ  
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ**

к.б.н. **Л. Мартынов**  
вед. инженер отдела Ботанический сад

Научные интересы: *декоративное садоводство*

Целенаправленной работой по интродуцированию древесных растений из различных географических районов, в том числе растений местной флоры, для выявления хозяйственно-полезных видов занимается отдел Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН. За многолетний период деятельности сада, начиная с 1936 г., собрана довольно большая и уникальная коллекция древесных растений для изучения. Уникальность состоит в том, что многие виды имеют возраст десятки лет и считаются апробированными, они могут являться ценнейшим материалом для размножения и внедрения в культуру, особенно в северные районы Республики Коми. На 2006 г. коллекционный фонд древесных растений насчитывал 550 таксонов (видов, форм и сортов), относящихся к 78 родам 34 семейств [8]. Значительное пополнение дендрокolleкции новыми видами было проведено только за последние десять лет старшим научным сотрудником Л.А. Скупченко. По результатам многолетних исследований сотрудники ботанического сада опубликовали несколько основных научных работ [1, 3, 6, 7, 9, 10].

В настоящей работе рассматривается вопрос о долговечности древесных интродуцированных растений, возраст которых насчитывает десятки лет. Эти виды составляют основную, или, как мы теперь называем, старую коллекцию. В исследования не вошли растения местной флоры, кроме двух редких видов рода *Ulmus*, интродуцированных из других флор. Сбор исходного материала был осуществ-

лен в 30-60-е годы XX в. научным сотрудником М.М. Чарочкиным. Позднее, в 70-80-е годы, коллекция была дополнена автором данного сообщения научным сотрудником Л.Г. Мартыновым. Перечислим интродукционные пункты, откуда были завезены растения для изучения, так как именно этим методом проведен сбор основной коллекции достоверными видами. Так, из Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС, Липецкая обл.) в 1946 г. были завезены большие партии саженцев порядка 300 таксонов, Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС, Москва) в 1964 и 1983 гг. (вместе более 100 таксонов), НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (г. Барнаул) в 1978 г. (около 100 таксонов). Учет состояния растений 225 видов, форм и сортов проводился автором непосредственно в дендрарии визуальным способом начиная с 1974 г. Кроме этого, принимались во внимание данные научного отчета за 1966-1970 гг., составленного М.М. Чарочкиным [11]. Для получения сравнительных показателей с результатами наших исследований в работе приводятся сведения о предельной долговечности некоторых древесных пород из книги А.И. Колесникова [2].

За всю историю деятельности ботанического сада на интродукционное изучение было привлечено большое количество образцов растений порядка 4 тыс. наименований, однако приживаются лишь немногие. Растения гибнут не только в первые годы жизни, но и в последующие. Из 225 видов, форм и сортов в течение 30 лет (с 1974 г.) выпало из коллекции 84, т.е. 37.3 %, а это чуть больше третьей

части коллекции. Наибольшее количество погибших видов растений отмечено в молодом возрасте – от 10 до 20 лет (выпал 41 из 48 видов). Отпад большого количества таксонов отмечен также у растений старшего возраста: в возрасте от 30 до 40 лет выпало 12 из 32 видов, а в возрасте от 40 до 50 лет – 20 из 42, т.е. примерно половина. Наименьшее число выпавших таксонов имеют растения в возрасте 20-30 лет (11 из 45). Виды растений, перешагнувшие рубеж 50 лет, за редким исключением практически не выпадают. Необходимо констатировать, что в коллекции многие виды представлены небольшим количеством экземпляров или единично, поэтому гибель даже одного растения заметно снижает численность коллекции. Отпад некоторых таксонов многолетнего возраста во многом объясняется значительным повреждением растений после суровых зим 1968/1969 и 1978/1979 гг. и, как следствие, постепенной их гибелью. Не менее важной причиной, чем условия перезимовки, вызывающей преждевременную гибель древесных интродуцентов, является недостаточный уход за растениями, особенно за молодыми, недавно высаженными в дендрарий.

Следует отметить, что во время проведения наблюдений некоторые образцы деревьев родов *Ulmus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Quercus*, *Juglans*, *Malus* до наступления зимнего периода 1978/1979 гг. уже имели порослевую форму куста вследствие сильного обмерзания зимой 1968/1969 гг. Таким образом, спустя десять лет после той зимы растения вновь подверглись воздействию низких температур в зимнее время 1978/1979 гг., в результате чего многие виды деревьев и кустарников получили повреждения различной степени [5]. После этой суровой зимы погибли сразу сорокалетние деревья *Fraxinus mandshurica* (2 экз.) и несколько крупных деревьев *Malus baccata*, выращенные из семян еще в 1936 г. Поврежденные, но сохранившиеся деревья и кустарники после неблагоприятных условий перезимовки в дальнейшем стали постепенно усыхать и погибать. Так, в течение пяти лет из коллекции выпали единичные экземпляры *Ulmus carpinifolia*, *Viburnum lentago*, *Juglans mandshurica*, а еще через восемь лет *Ulmus pinnato-ramosa* и *U. glabra*, *Fraxinus excelsior* и *F. lanceolata* (все растения образца ЛОСС, 1946 г.). До 1996 г. сохранял свою жизнедеятельность *Ulmus laevis*, который рос в виде крупного дерева с искривленным стволом и глубокими на нем морозобойными трещинами.

В дендрарии в большом количестве экземпляров (более 100) представлена североамериканская ель – *Picea pungens* с разнообразной окраской хвои (образец ГБС, 1964 г.). Сейчас самые крупные деревья достигли высоты 12.5-14.0 м и диаметра ствола на высоте 1.3 м 36-38 см. Однако состояние растений в целом мы оцениваем как удовлетворительное. Для успешного произрастания ель колючая требует защищенного местоположения, абсолютно не выносит сквозных холодных ветров [4]. По этой причине в саду погибли десятки взрослых деревьев, но бывают и необъяснимые причины, вызывающие гибель растений. Особенностью данного вида в наших условиях является преждевременное усыхание ветвей нижних ярусов в кроне как в молодом, так и зрелом возрасте.

В сохранении видов коллекции весьма важное значение имеет уход за растениями, особенно тогда, когда они ослаблены. Например, не были своевременно проведены мероприятия по уходу за растениями (обработка приствольных кругов, обрезка) и спасению видеобразцов путем отсадки вегетативных частей у кустарников на новое место, в результате чего коллекция лишилась *Hippophaë rhamnoides* (Алтай, 1938 г.), *Caragana arborescens* “Lorbergii”, *Sambucus nigra*, *Philadelphus gordonianus*, *Berberis vulgaris* “Atropurpurea” (ЛОСС, 1946 г.), *Elaeagnus argentea* и *Amygdalus nana* (ГБС, 1964 г.).

Изучая вопрос долговечности древесных интродуцентов, мы обращали внимание в первую очередь на те виды, у которых продолжительность жизни высока. Отметим некоторые виды деревьев, которые вот уже 30 лет успешно растут в дендрарии. Это ель сибирская форма голубая – *Picea obovata* “Glausa”, завезенная пятилетними саженцами из г. Барнаул в 1978 г. В настоящее время деревья достигли 7.0 м высоты и диаметра ствола у основания 25.5 см. Состояние растений хорошее, вид находится в генеративной фазе развития. Удачной оказалась интродукция сосны румелийской – *Pinus peuce* родом с Балкан, выращенной из семян, присланных из Болгарии. В коллекции один экземпляр, в 30 лет его размеры: высота 8 м, диаметр ствола на высоте 1.3 м – 30 см, дает полноценные семена. Укращением сада является группа деревьев дуба черешчатого – *Quercus robur* и его рассеченно-лиственная форма Q. r. “Laciniata”. Данный барнаульский образец оказался не столь удачным, так как по мере роста и развития на стволах появляются трещины и отслаивается кора (что наблюдалось у всех испытываемых образцов ранее). Растения дуба в 30 лет имеют удовлетворительное состояние (высота 8 м, диаметр ствола у основания 27 см), цветут и плодоносят, образуют полноценные семена. Из древесных растений интродуцированной флоры, высаженных в ботанический сад 50-70 лет тому назад, до настоящего времени сохранились в коллекции около 60 видов и форм. Больше половины этого количества достигли предельного возраста долголетия, перешли это возрастное состояние и продолжают жить, имея высокий жизненный потенциал. В основном это кустарники и невысокие деревья. Что касается высоких деревьев, то они находятся еще в молодом возрасте, как *Thuja occidentalis*, *Juglans mandshurica*, *Acer campestre* и *A. trautvetteri*, *Ulmus foliacea*, *Pyrus communis* (доживают до 100-150 лет) и в наших условиях, кроме ореха и туи, растут в виде невысоких раскидистых кустов (фото 1). Растения *Juglans mandshurica* и *Thuja occidentalis* обмерзают лишь в самые суровые зимы и после восстановления приобретают форму крупного дерева (фото 2). В условиях ботанического сада виды *Acer ginnala*, *A. tataricum*, *Malus domestica*, *Syringa amurensis*, *Padus maackii* и другие растут в форме невысоких деревьев и в возрасте 60-70 лет (а это на 10-20 лет выше предельного возраста) многие имеют хорошее состояние.

По высоте растений различают высоко- и низкорослые кустарники. Высокорослые кустарники могут достигать высоты 6 м и больше и состоять как из нескольких крупных стволов (виды боярышники-

ка, сирени, калины), так и многочисленных многолетних побегов или скелетных ветвей (виды ирги, караганы, черемухи). Предельная долговечность этих видов растений составляет 40-50 лет. В условиях интродукции все они находятся в возрасте 60-70 лет, успешно растут и развиваются, за исключением некоторых видов боярышника, т.е. продолжительность их жизни в культуре на 20 лет превышает предельную долговечность. У вида ирги колосистой – *Amelanchier spicata* возобновление кустов идет за счет постоянного образования многочисленной корневой поросли. Старение многолетних побегов и их усыхание происходит через 15-20 лет внутри куста, и они незаметны, что не снижает декоративность растений. Путем сильной обрезки вплоть до основания кустов можно добиться значительного их омоложения. Такие работы в саду проводятся регулярно через каждые десять лет. У сирени венгерской – *Syringa josikaea* и ее гибридных форм общая продолжительность жизни составляет 45 лет, а побеги живут 10-25 лет, после чего они начинают усыхать и их необходимо удалять, чтобы вызвать образование новой вегетативной поросли. Обычно обрезку сирени проводят на живых крупных стволах, так как под тяжестью кроны они ложатся на землю. С помощью такой обрезки данный вид сирени до настоящего времени сохраняет впечатление молодого красивого кустарника.

В коллекции три из пяти видов боярышника, достигших предельной долговечности (*Crataegus arnoldiana*, *C. monogyna*, *C. prunifolia*), в настоящее время представлены единично, растут невысоким кустом порослевого происхождения. В большом количестве произрастают в саду *Crataegus sanguinea* и *C. maximowiczii*. В 40-е годы прошлого века из них были заложены аллеи, выполнены защитные насаждения и другие посадки. Первоначально усыхание отдельных экземпляров было отмечено у *Crataegus maximowiczii* уже в начале 70-х годов, а к 1977 г. остались считанные растения. Как мы полагаем, массовая гибель растений в аллее объясняется тем, что она заложена на открытом возвышенном участке и не защищена с северной стороны. В других же экспозициях дендрария боярышник Максимовича этого же образца чувствует себя хорошо. Первые признаки усыхания крупных многоствольных кустов были отмечены и у *Crataegus sanguinea*, но через десять лет позднее, чем у предыдущего вида. Растения высажены в другом конце аллеи и защищены от действия ветров другими древесными насаждениями. Усыхание и гибель отдельных крупных стволов у боярышника сибирского идет медленно и по сей день, но в отличие от боярышника Мак-

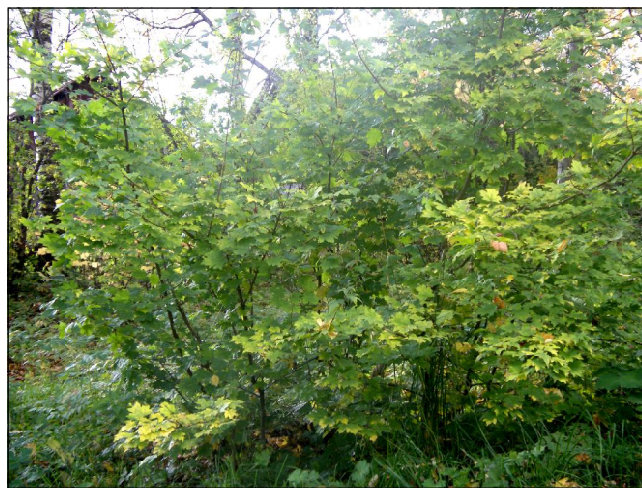


Фото 1. *Acer campestre* (возраст 60 лет).

симовича, он образует многочисленную приствольную поросль и сохраняет свою жизнедеятельность, хотя возобновления растений, как такового, не происходит. Можно сделать заключение, что *Crataegus sanguinea* в 70 лет в наших условиях завершает свой жизненный цикл.

Низкорослые кустарники старой дендрокolleкции насчитывают довольно большое число таксонов, они занимают около 40 % всей коллекции. За длительное время произрастания выявились весьма стойкие родовые комплексы растений Philadelphia, Berberis, Spiraea, Rosa, Lonicera, представленные немногочисленными видами. Следует сказать, что надлежащего ухода за этими растениями долгое время не проводилось. Тем не менее, они хорошо растут, после обмерзания быстро восстанавливаются, цветут и плодоносят. Однако виды растений родов Philadelphia и Berberis в местных условиях не достигают размеров, свойственных им на родине. Считается, что эти культуры недолговечны, предельный возраст их составляет 20-25 лет, что не согласуется с результатами наших исследований.

Из посадок 1946 г. до настоящего времени дожили и имеют хорошее состояние следующие виды невысоких кустарников: *Euonymus europaeus* (1 экз.), *Viburnum lantana* (3 экз.), *Symphoricarpos albus* (1 экз.), *Physocarpus opulifolius* (1 экз.), *Sorbaria orbifolia* (2 экз.). Иногда они подмерзают, но отрастают за счет образования побегов возобновления или корневой поросли, цветут и плодоносят, обладают высокой жизнестойкостью. В саду имеются растения, выращенные из семян местной репродукции и размноженные вегетативным путем. Нельзя не упомянуть еще о двух перспек-



Фото 2. *Thuja occidentalis* (возраст 60 лет).

тивных для массового выращивания в Республике Коми североамериканских видах – *Aronia melanocarpa* и *Mahonia aquifolium*, интродуцированных в ботанический сад еще в 1940 и 1955 г. соответственно. Главным показателем их жизнестойкости является долговечность.

Таким образом, проведенная оценка долговечности древесных интродуцированных растений в ботаническом саду дает материал для разработки надежных рекомендаций для выращивания отдельных видов в районах Республики Коми и решения теоретических задач по интродукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет; Т. III) / Л.А. Скупченко, В.П. Мишуров, Г.А. Волкова и др. СПб.: Наука, 2003. 214 с.
2. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., 1974. 704 с.
3. Мартынов Л.Г. Декоративные деревья и кустарники на садовом участке. Сыктывкар, 1992. 104 с.
4. Мартынов Л.Г. Интродукция хвойных растений в Коми АССР // Интродукция кормовых растений в Коми АССР. Сыктывкар, 1991. С. 97-105. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 123).

5. Мартынов Л.Г. О перезимовке древесных растений в дендрарии Коми филиала АН СССР в 1978-1979 гг. // Бюл. ГБС, 1982. Вып. 126. С. 12-16.
6. Мартынов Л.Г. Рост и развитие древесных интродуцентов в Коми АССР // Интродукция новых видов растений на Севере. Сыктывкар, 1984. С. 134-143. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 68).
7. Мартынов Л.Г. Сезонный ритм развития и зимостойкость древесных растений в Коми АССР // Бюл. ГБС, 1986. Вып. 139. С. 21-27.
8. Скупченко Л.А., Скромная О.В. Коллекция дендрария (деревья и кустарники) // Каталог коллекции живых растений ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2006. С. 46-63.
9. Чарочкин М.М. Основные итоги научных исследований по интродукции растений в Ботаническом саду Института биологии Коми филиала АН СССР // Изв. Геогр. об-ва СССР. 1970. Т. II, вып. 2(12). С. 123-126.
10. Чарочкин М.М. Экзоты на Севере // Бюл. ГБС, 1960. Вып. 36. С. 26-37.
11. Чарочкин М.М., Волкова Г.А. Интродукция и акклиматизация перспективных полезных растений (древесные, кустарниковые и травянистые орнаментальные растения): Научный отчет за 1966-1970 гг. Сыктывкар, 1971. Т. 4. 100 с. – (Ф. 3. Оп. 2. Ед. хр. 222). ❖



### РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МАРТЮШЕВСКОГО БОЛОТА (БАССЕЙН РЕКИ ПЕЧОРА)

к.б.н. Р. Алексеева  
с.н.с. отдела лесобиологических проблем Севера  
E-mail: [alekseeva.rn@ib.komisc.ru](mailto:alekseeva.rn@ib.komisc.ru), тел. (8212) 24 50 03

Научные интересы: растительность и стратиграфия торфяных залежей различных типов болот, охрана болотных ландшафтов

Наибольший научный интерес из числа болотных заказников бассейна средней Печоры представляет собой болото «Мартюшевское», образующее сложную систему на слабодренированном плоском междуречье рек Печора и Северная Мыльва, в 2 км на юго-восток от пос. Троицко-Печорск (рис. 1). Его общая протяженность по левому берегу р. Печора от пос. Троицко-Печорск до с. Усть-Илыч составляет около 30 км, ширина колеблется от 2.0 до 7.5 км. Средняя мощность торфа 2.0-2.5 м, максимальная – 7.8 м [4].

Мартюшевское болото наряду с Усинским включено в список болот международного значения, отвечающих критериям Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях [3]. На территории Республики Коми находятся всего два таких объекта. Болото Мартюшевское (площадь 9285 га) – типичная олиготрофная выпуклая грядово-мочажинная болотная система средней тайги с участками аапа-комплексов, одна из крупнейших в республике. Велика экологическая роль бо-

лота в регионе. Находясь на водоразделе рек, оно участвует в их питании и перераспределении стока, поддерживает биологическое разнообразие болот. Здесь встречаются редкие виды растений: *Pinus sibirica*, *Rhynchospora alba*, внесенные в «Красную книгу Республики Коми» [5]. Из мохообразных распространены довольно редко *Sphagnum lindbergii*, *S. riparium*, обычно характерные для тундровых сообществ. На Мартюшевском болоте произрастает 61 вид растений, из которых 16 видов – лекарственных. Из редких для республики птиц встречается серый журавль. Отмечается негативное влияние антропогенного фактора на состояние Мартюшевского болота: в 60-70-е годы XX в. на островах и по его окрайкам проводилась рубка леса. В настоящее время здесь отмечены следы пожаров: на юго-западной окрайке болота сгорели сосновые молодняки.

Мартюшевское болото – место многолетних научных исследований: здесь проводилось изучение растительности, стратиграфии торфяных залежей, химических свойств торфа и

химического состава болотных вод, водного режима (Коми научный центр УрО РАН), а также продуктивности морозки и устойчивости ее зарослей к антропогенному влиянию (ВНИИ охраны природы МСХ России).

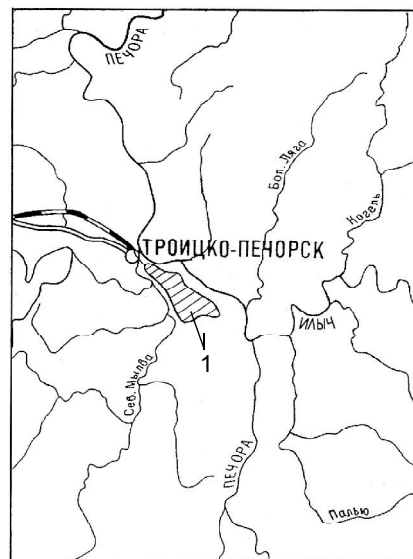


Рис. 1. Карта-схема расположения Мартюшевского болота (1).

Мартюшевское болото располагается на месте большого озера, существовавшего в рисскую эпоху [6, 2]. Озерные отложения состоят из тонких и горизонтально-слоистых глинисто-супесчаных грунтов и частично тонкозернистых песков. Климат местности умеренно-континентальный с холодной продолжительной зимой, умеренно-теплым летом [1]. Средняя многолетняя температура воздуха наиболее холодного месяца (января) – от –17.5 до –19 °С и наиболее теплого (июля) – 15-16 °С. Продолжительность безморозного периода – 70-85 дней. Годовое количество осадков 450-600 мм.

Мартюшевское болото представляет собой, как указывалось выше, сложную болотную систему, имеющую много островов и озер. На юго-востоке оно переходит в болота олиготрофного типа: Хребет-нюр и Руч-Нюр, которые являются продолжением этой системы, находятся также на водоразделе указанных рек и в одинаковых геолого-геоморфологических условиях. Характерными особенностями Мартюшевского болота являются его облесенность на довольно значительной площади *Pinus sylvestris*, местами присутствие сухостойных деревьев, разнообразие растительных комплексов, широкое распространение растительности олиготрофного типа, присутствие участков с аапа-комплексами, большая обводненность.

Для Мартюшевского болота в основном характерен грядово-мочажинный комплекс, занимающий 73 % его площади и на некоторых участках переходящий в крупнокочковатый микрорельеф. Центральную часть болота занимают грядово-мочажинные комплексы: *Sphagneta fusci* + *Sphagneta baltici*; *Sphagneta fusci* + *Sphagneta majoris et jensenii*; *Sphagneta fusci* + *Sphagneta jensenii*; *Sphagneta angustifolia* + *Sphagneta majoris et jensenii*; *Sphagneta magellanici* + *Sphagneta jensenii*; *Sphagneta magellanici* + *Sphagneta majoris*; *Sphagneta magellanici* + *Sphagneta majoris et jensenii*. Приводим описание типичного сообщества, характерного для большей части Мартюшевского болота. Гряды высотой 30-40 см занимают 60 % комплекса. На них произрастает *Pinus sylvestris* средней высотой 1.5-3.5 м, максимальной – до 6.0 м, сомкнутостью 0.1-0.2. Кустарничковый ярус представлен *Chamaedaphne calyculata* (покрытие 40 %), *Ledum palustre* (10 %), *Andromeda polifolia* (5 %), в меньшей степе-

ни – *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Oxycoccus palustris*. Из трав обильна *Rubus chamaemorus* (20 %), реже встречаются *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*. Моховой покров образован *Sphagnum fuscum* (75-100 %), *S. magellanicum* (5 %). *S. angustifolium*, *Polytichum strictum*. Мочажины шейхцериево-сфагновые, сильно обводненные, местами с водой на поверхности. Кустарничковый ярус, представленный *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, развит слабо. Из травяного покрова обильна *Scheuchzeria palustris* (18 %), встречается редко *Drosera rotundifolia*, *D. anglica*. Моховой покров образован *Sphagnum balticum* (65 %). В некоторых мочажинах наряду с указанными видами, произрастают *Carex limosa* (10%), реже – *C. pauciflora*, *Eriophorum vaginatum*. Наблюдаются мочажины, в которых покрытие последнего вида достигает 25 %.

Соотношение площадей положительных и отрицательных форм микрорельефа различно. По направлению к центру соотношение их становится одинаковым, а в центральной части болота гряды уменьшаются по высоте и площади, уступая место мочажинам. Здесь на значительной территории болота облесено угнетенной *Pinus sylvestris* средней высотой 1.0-1.5 м. На грядах, кроме *Chamaedaphne calyculata* и сфагновых мхов, появляются *Betula nana*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*. Некоторые центральные участки болота безлесны. Они сильно обводнены и местами непроходимы. На их поверхности выступает вода. Для них характерны *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum balticum*, *S. majus*.

Значительную площадь на Мартюшевском болоте занимает грядово-озерково-мочажинный комплекс. Гряды составляют 10-15 % комплекса, мочажины – 55-60 %, озера – 30 %. На грядах, имеющих высоту 40-60 см и ширину 4-5 м, произрастает *Pinus sylvestris* высотой 1.5 м и сомкнутостью 0.1. Имеются сухостойные деревья высотой до 2.0 м. Из кустарничков наиболее распространены *Ledum palustre* (40 %), *Chamaedaphne calyculata* (15 %), в меньшей степени – *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus microcarpus*. Из трав наиболее распространена *Rubus chamaemorus* (25 %), отмечены также *Drosera rotundifolia*,

*Eriophorum russeolum*. Моховой покров образован *Sphagnum fuscum* (95 %), *S. magellanicum*. Встречаются лишайники *Cladonia stellaris*, *C. rangiferina*. Мочажины осоково-шейхцериево-сфагновые, мелкокочковатые. Уровень воды в 6-8 см от поверхности болота. Кустарнички представлены *Andromeda polifolia* (3 %), *Oxycoccus palustris* (+). Травяной покров образован *Scheuchzeria palustris* (20 %), *C. limosa* (10 %), *Drosera anglica* (2 %), *Rhynchospora alba* (1 %), *Eriophorum russeolum*, *Baeothryon caespitosum*. Наблюдаются мочажины, в которых покрытие *Rhynchospora alba* достигает 55 %\*. Сфагновые мхи представлены *Sphagnum balticum* (70 %), *S. compactum* (25 %). Присутствуют также *Gymnocolea inflata* в качестве примеси к сфагновым мхам и *Wamstorffia exannulata*. Озера обычно неправильной формы, местами соединяются между собой. 10 % площади комплекса занимают островки, покрытые *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*, *Meynyanthes trifoliata*, которая местами преобладает. На островках и по берегу озера из мхов распространены *Sphagnum papillosum* (10 %). Грядово-мочажинному и грядово-озерково-мочажинному комплексам соответствуют шейхцериево-сфагновая и комплексная верховые залежи, максимальные мощности которых достигают 4 м. Наиболее распространенной является шейхцериево-сфагновая верховая залежь, занимающая до 50 % площади (рис. 2).

В северо-западной части болота микрорельеф кочковато-мочажинный, местами переходящий в грядово-мочажинный. Кочки занимают 70 % площади комплекса. Высота их 0.4 м, размеры 2.5×3.5 м. Видовой состав растений на них в основном такой же, как в описанном выше грядово-мочажинном комплексе. Средняя высота *Pinus sylvestris* 2.0-2.5 м (до 4 м), сомкнутость 0.2-0.3. Здесь на болоте отмечен единично редкий вид *Pinus sibirica* высотой до 1.0 м, включенный в «Красную книгу Республики Коми» [5]. Имеются сухостойные деревья средней высотой 4.0 м. На кочках (грядах) в кустарничковом ярусе преобладают обычно *Chamaedaphne calyculata* (до 50 %), *Ledum palustre* (15 %), в некоторых сообществах появляются *Betula nana* (+), *Andromeda polifolia* (15 %), *Empetrum hermaphroditum* (+), *Oxycoccus microcarpus* (+), *Vaccinium uliginosum* (+), из трав – морозка (35-40 %), *Drosera rotundifolia* (+), *Carex pauciflora* (+). Моховой покров образо-

\* В статье использованы некоторые данные полевых исследований Н.Н. Гончаровой.

ван *Sphagnum fuscum* (80-100 %). В качестве примеси к нему встречается *Mylia anomala*. Лишайники представлены *Cladonia stellaris*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica*. Мочажины сильно обводнены. Местами вода находится на их поверхности. В мочажинах распространены *Carex limosa* (25-70 %), *Scheuchzeria palustris* (15 %), *Drosera rotundifolia* (+). Слабо развит кустарничковый ярус (*Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*). Для некоторых мочажинных сообществ характерны *Eriophorum vaginatum* (25 %), *Rhynchospora alba* (+), *Drosera anglica* (+), *D. rotundifolia* (+). Встречаются сообщества с *Baeothryon caespitosum* (20-25 %) и *Rhynchospora alba* (до 55 %). Покрытие *Sphagnum balticum*, *S. majus* составляет 30 %. В качестве примесей к ним участвуют *Warnstorfia exannulata* (+) и печеночный мох *Gymnocolea inflata* (5-10 %). Остальную площадь мочажин занимает деградированный сфагновый покров и обнаженный торф. В некоторых мочажинах сфагновый покров образован *Sphagnum jensenii*, *S. obtusum*.

Юго-восточная часть Мартюшевского болота очень обводнена. Для нее характерны плохо выраженный грядово-мочажинный и кочковато-топяной комплексы. Гряды не имеют строгой ориентировки. На них произрастают *Pinus sylvestris* высотой 1.0 м, сомкнутостью 0.1. Имеются сухостой-

ные деревья высотой 7.0-9.0 м. На грядах произрастают *Betula nana* (20 %), *Chamaedaphne calyculata* (30 %), *Andromeda polifolia* (10 %), *Ledum palustre* (5 %), *Oxycoccus palustris* (+). Из трав характерны *Rubus chamaemorus* (20 %), *Eriophorum vaginatum* (3 %), *Drosera rotundifolia* (+), *Carex pauciflora* (+). Моховой покров образован *Sphagnum magellanicum* (100 %). В мочажинах наиболее распространены *Scheuchzeria palustris* (30 %), *Menyanthes trifoliata* (5 %), *Carex limosa* (5 %). Присутствуют также *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum russeolum*, *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*. В других мочажинах покрытие *Eriophorum russeolum* достигает 25 %, *Menyanthes trifoliata* – 15 %, *Carex limosa* – 10 %. Мочажины сплошь покрыты *Sphagnum jensenii* (100 %). В качестве примеси наблюдается *Pohlia* sp. Уровень болотных вод в 6-9 см от поверхности болота.

В кочковато-топяном комплексе кочки высотой 0.7-1.0 м занимают 5-10 %. На кочках *Pinus sylvestris* имеет высоту 0.6-4.5 м, сомкнутость – 0.1. Видовой состав растений в основном тот же самый, что и в предыдущем комплексе: наиболее распространены *Chamaedaphne calyculata* (30 %), *Ledum palustre* (20 %), *Betula nana* (10 %), *Rubus chamaemorus* (15 %). В отличие от предыдущего сообщества здесь произрастают *Vaccinium uliginosum* (10 %), *V. vitis-idaea* (+). Видовой состав мхов разнообразен. Моховой по-

кров образован *Sphagnum fuscum* (45 %), *S. capillifolium* (20 %), *S. magellanicum* (5 %), *Pleurozium schreberi* (10 %). Лишайники представлены *Cladonia stellaris* (20 %), *C. rangiferina* (10 %).

Топаи отличаются разнообразием видового состава растений: здесь произрастают *Oxycoccus palustris* (+), *Scheuchzeria palustris* (28 %), *Rhynchospora alba* (2 %), *Drosera anglica* (+), *D. rotundifolia* (+), *Carex limosa* (+), *Eriophorum russeolum* (+), *Menyanthes trifoliata* (+). Покрытие последнего вида в некоторых мочажинах достигает 35 %. В моховом покрове преобладает *Sphagnum papillosum* (90 %), встречается также *S. jensenii* (10 %). Наблюдаются мочажины, в которых покрытие *Rhynchospora alba* составляет 93 %, *Menyanthes trifoliata* – 15 %. В таких мочажинах мхи представлены *Sphagnum papillosum* (25 %), *S. jensenii* (15 %), *Warnstorfia exannulata* (30 %) с примесью *Gymnocolea inflata*. Уровень болотных вод в 2-6 см от поверхности. Юго-восточная часть Мартюшевского болота наиболее обводненная. Судя по космическим снимкам и описаниям растительности, здесь хорошо выражены участки с аапа-комплексами. Нашими исследованиями в этой части болота была охвачена лишь переходная полоса от сообществ верхового типа к типичным аапа-комплексам, которые требуют необходимости дальнейшего исследования, так как результаты бурения показали отсутствие здесь торфяных залежей низинного или переходного типов, характерных для аапа-болот.

В местах расположения нескольких ручьев, берущих начало из болота, наиболее распространена *Menyanthes trifoliata* (40 %), *Scheuchzeria palustris* (10-20 %). Встречаются также *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*. Моховой покров образован *Sphagnum balticum*. По направлению к берегу площадь понижений увеличивается. Ближе к окрайке болота они представляют сплошные непроходимые топи с водой на поверхности. Это открытые безлесные пространства. Микрорельеф здесь ровный с небольшими редкими кочками. Кустарнички слабо развиты (*Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*). Характерно широкое распространение *Carex rostrata* (60%), присутствует также *Eriophorum vaginatum* (+). В некоторых топях господствует *Scheuchzeria palustris* (20 %), *Carex limosa* (12 %), в меньшей степени – *C. rostrata* (3 %), *Eriophorum vagina-*

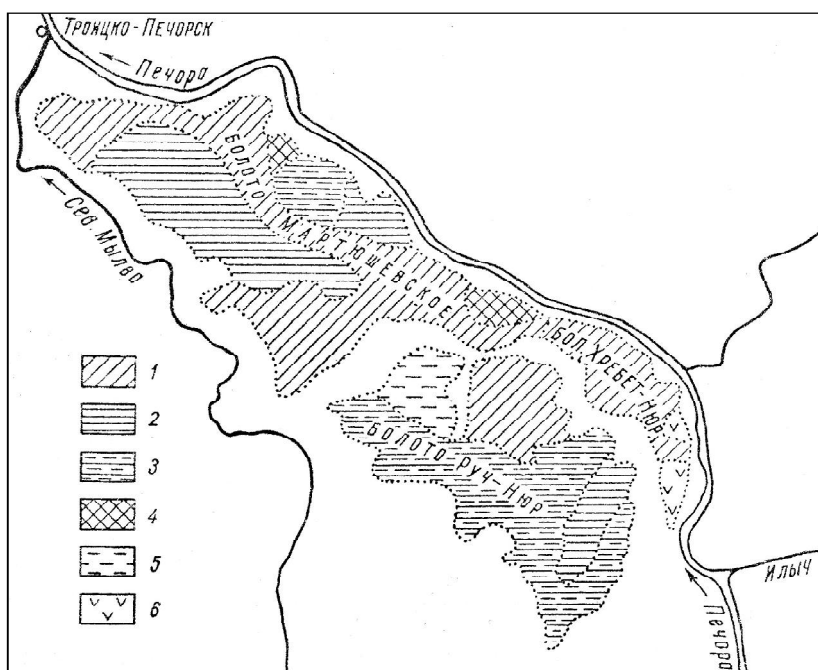


Рис. 2. Карта-схема Мартюшевского болота с указанием маршрутных профилей и видов торфяных залежей.

Условные обозначения: 1 – шейхериево-сфагновая, 2 – комплексная верховая, 3 – смешанная топяно-лесная, 4 – сосново-пушицевая, 5 – магелланикум-залежь, 6 – смешанная топяная.



tum (+). Сфагновый покров образован *Sphagnum flexuosum* (100 %).

Значительные по площади крайки болота заняты сосново-сфагновыми группировками (27 %). Микрорельеф кочковатый. Высота сосны увеличивается здесь до 4-6 м, довольно обильны кустарнички: *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia*. Из травянистой растительности доминирует *Eriophorum vaginatum*. Сфагновый покров на грядах представлен *Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*, реже – *S. fallax*, в мочажинах – *Sphagnum balticum*, *S. majus*. Обводненность слабая, уровень болотной воды находится на глубине 15-20 см от поверхности понижений. На крайках Мартюшевского болота под сосново-сфагновой растительной группировкой развита сосново-пушицевая залежь мощностью 0.70-2.85 м. Встречаются также магелланикум-залежь и смешанная топяно-лесная.

Определено 266 образцов торфа на ботанический состав и степень разложения. Результаты выполненных анализов свидетельствуют о том, что Мартюшевское болото сложено верховыми и переходными торфами, первые преобладают. Их видовой состав довольно разнообразен (табл. 1). Из верховых торфов наиболее характерны шейхцириевый (встречаемость 21.1 %), сфагновый мочажинный (19.9 %), шейхцириево-сфагновый (10.9 %). Среди переходных торфов наиболее распространен шейхцириевый (16.5 %). Особенности ботанического состава торфов заключаются в следующем:

1. В сложении торфяных залежей Мартюшевского болота преобладают топяные торфа, что свидетельствует об озерном происхождении болота. Древесные остатки имеют незначительное распространение и представлены в основном сосной (5-45 %), редко березой (5-10 %). Довольно часто встречаются остатки вересковых (5-10 %).

2. Травянистые остатки в торфе представлены шейхцирией, содержание которой изменяется здесь от 35 до 85 %, *Eriophorum vaginatum* (45-90 %); осоками (*Carex limosa* – 5-10, *C. rostrata* – 10-30, *C. lasiocarpa* – 10-15 и *C. globularis* – 10-15 %). В торфах переходного типа отмечены также хвощ (5 %), вахта (5-20 %).

3. Очень разнообразен видовой состав моховых остатков в торфе: из сфагновых мхов содержание *Sphagnum angustifolium* составляет 10-75,

Таблица 1  
Видовой состав торфов, слагающих Мартюшевское болото

Вид торфа	Степень разложения торфа, %	Количество образцов	Встречаемость, %
<b>Верховой</b>			
сосновый	55	1	0.4
сосново-пушицевый	40.0 (35-50)	7	2.6
сосново-сфагновый	33.3 (30-35)	3	1.1
пушицевый	41.2 (30-55)	27	10.2
шейхцириевый	32.6 (25-45)	56	21.1
пушицево-сфагновый	30.0 (25-35)	5	1.9
шейхцириево-сфагновый	25.0 (15-35)	29	10.9
сфагновый мочажинный	8.6 (2-25)	53	19.9
комплексный	9.4 (2-20)	17	6.4
ангустифолиум-торф	15.0 (5-25)	2	0.8
фускум-торф	То же	3	1.1
<b>Всего</b>	<b>27.7 (2-55)</b>	<b>203</b>	<b>76.3</b>
<b>Переходный</b>			
сосново-пушицевый	60	1	0.4
древесно-травяной	46.2 (35-55)	4	1.5
шейхцириевый	38.0 (25-55)	44	16.5
пушицевый	51.2 (45-55)	4	1.5
травяной	46.2 (45-50)	4	1.5
шейхцириево-сфагновый	31.0 (30-35)	4	1.5
гипновый	32.5 (30-35)	2	0.8
<b>Всего</b>	<b>43.6 (25-60)</b>	<b>63</b>	<b>23.7</b>

Примечание: в скобках указаны пределы изменения степени разложения торфа в залежи.

*S. fuscum* – 35-50, *S. magellanicum* – 10-30, *S. lindbergii* – 55 (наблюдался в единственном случае), *S. centrale* – 5, *S. papillosum* – 10, *S. fallax* – 10-40, *S. compactum* – 10-20 %, в мочажинных торфах *S. balticum* – 15-85, *S. majus* – 20-55, *S. jensenii* – 10-60, *S. obtusum* – 5-25, *S. teres* – 5 %. Встречаются также остатки *Polytrichum strictum* (5-15 %). В торфах переходного типа отмечены гипновые мхи (5-50 %).

Мартюшевское болото сложено семью видами торфяных залежей (табл. 2), из которых наиболее распространены шейхцириево-сфагновая, сосново-пушицевая и переходная топяная (рис. 2). Магелланикум-залежь

отмечена всего лишь в единственном случае. Наибольшей мощностью торфяных залежей (до 4 м и более) отличаются шейхцириево-сфагновая и комплексная верховая залежи, степени разложения торфа в которых изменяются с глубиной от 5 до до 45 %. Как упоминалось выше, значительную площадь на Мартюшевском болоте занимает переходная топяная залежь, мощность которой увеличивается от 1.05 до 3.50 м. Степень разложения торфа колеблется от 5 до 55 %.

Таким образом, Мартюшевское болото представляет собой сложную экосистему, одну из крупнейших на европейском Северо-Востоке. Оно

Таблица 2  
Виды торфяных залежей и их характеристика

Вид залежи	Мощность залежи, м	Степень* разложения торфа, %	Встречаемость, %
<b>Верховая</b>			
сосново-пушицевая	0.70-2.85	5-60	19.0
магелланикум-залежь	0.50	5-35	2.4
шейхцириево-сфагновая	1.00-4.00	5-45	33.3
комплексная верховая	1.15-4.00	5-45	16.7
<b>Смешанные</b>			
топяно-лесная	3.50	45-55	4.8
топяная	2.25	45	4.8
<b>Переходная</b>			
Переходная топяная	1.05-3.50	5-55	19.0

\* Приведена амплитуда изменения степени разложения торфов в залежах с глубиной от ее поверхностных до придонных горизонтов.

включено в список объектов, отвечающих критериям болот международного значения. Мартюшевское болото представляет большой научный интерес, поскольку здесь наряду с растительными комплексами, типичными для олиготрофных выпуклых грядово-мочажинных болотных систем, встречаются аапа-комплексы. Отмечены редкие виды растений: *Pinus sibirica*, *Rhynchospora alba*. Из мохообразных

распространены довольно редко *Sphagnum linbergii*, *S. riparium*, обычно характерные для тундровых сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.
2. Варсанюфьева В.А. Геоморфология // Производительные силы Коми АССР. М., 1953. Т. 1. С. 257-322.
3. Водно-болотные угодья России. Т. 2. Ценные болота. М., 1999. 87 с.

4. Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми / Р.Н. Алексеева, Т.М. Безносова, В.П. Гладков и др.; отв. ред. А.И. Таскаев, Н.И. Тимонин. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.
5. Красная книга Республики Коми. Москва-Сыктывкар, 1998. 527 с.
6. Ламакин В.В. О больших озерах рисской эпохи, существовавших на Средне-Печорской равнине // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода, 1948. № 13. С. 39-45. ❖



**ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ПРЕДЕЛЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСА**

д.б.н. Г. Русанова  
 в.н.с. отдела почвоведения  
 E-mail: [kirienko@ib.komisc.ru](mailto:kirienko@ib.komisc.ru); тел. (8212) 24 51 15

Научные интересы: полигенез и эволюция почв Субарктики

Интенсификация промышленного освоения Севера, в том числе Урала, коренным образом изменяет экологическую обстановку, вызывает многообразные и трудно прогнозируемые последствия. Для оценки экологических нарушений необходимы фундаментальные знания о состоянии экосистем и, в частности, почвенного покрова. Особо чувствительными ко всякого рода изменениям являются почвы под лесами на пределе их распространения, в переходных между природными зонами полосах, испытавших неоднократные зональные подвижки в прошлом, а также под островками леса, сохранившимися в зоне тундры. О многократном смещении верхней границы леса на Полярном Урале вследствие флуктуации климата в голоцене, отмечается в работе В.Л. Кошкарновой с соавторами [4]. Еловые леса с южнотаежными видами в напочвенном покрове произрастали на Полярном Урале 8500 лет назад. На территории Субарктики, в бассейне Хайпудырской губы Баренцева моря 7500-6500 лет назад простирались северотаежные леса [1]. Неоднократные перемещения леса в голоцене происходили до суббореального периода, после которого установилась ерниковая тундра.

Изучались почвы западного и восточного склонов хребта Западные Саледы (абсолютная высота 1045 м, 65°20' с.ш.), между реками Нидысей и Индысей (притоки р. Косью). Почвообразование на Урале развивается на хрящевато-обломочном кислом элювии и элюво-делювии коренных пород: кислых кристаллических кварцито-хлоритовых и кварцито-серицито-хлоритовых сланцев, на хорошо дренируемых склонах [7, 8]. В верхней части таежного пояса Приполярного Урала, на высоте 500-600 м, произрастают лиственничные редколесья предтундрового типа с березой извилистой и рябиной в подлеске, ерником, кустарничками, мохово-лишайниково-травянистым покровом. В этих условиях развиваются почвы с морфологически выраженными (в виде белесых пятен) признаками оподзоливания. В пределах высот 600-700 м преобладают горные (альпийские) тундры, субальпийские и альпийские луга. В поясе горных тундр почвы не образуют

сплошного покрова, фрагментарно встречаются среди каменистых россыпей и останцов, под ерничково-мохово-лишайниковой с примесью трав растительностью.

Исследованы почвы нижней (67°57' с.ш. и 59°50' в.д.) части бассейна р. Море-ю, на севере Большеземельской тундры. Рельеф исследуемого района в основном выровненный, отражает морские трансгрессии. В качестве почвообразующих пород служат ледниковые моренные суглинки, морские и флювиогляциальные пески, эоловые и аллювиальные отложения. Район характеризуется сплошным типом распространения многолетнемерзлых пород.

Естественная растительность представлена ерниковыми сообществами. Дренированные участки занимают кустарничковые тундры, а шлейфы склонов и депрессии – болота. Равнинность ландшафта к северу от границы леса с тундрой обеспечивает очень постепенное изменение климатических условий вдоль широтного градиента. Это дает возможность сохранения островков елового леса в защищенных и хорошо дренированных условиях террас речных долин вплоть до побережья Баренцева моря. О реликтовом характере лесов свидетельствуют преобладание в них бореальных видов растений и размещение в типично тундровых ландшафтах. Древесная растительность представлена елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), березой извилистой (*Betula tortuosa* Ledeb.) и древовидной формой ивы (*Salix dasyclados* Wimm.). Напочвенный покров характерен для северотаежных древостоев. Высота елей от до 20 см (стланиковая форма) 1.0-1.5 м, возраст деревьев не превышает 200 лет. Присутствие в составе островков типично таежных видов – *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Ramoschia secunda* (L.) Carске – указывает на распространение таежных лесов в теплые фазы голоцена до побережья Баренцева моря. Эта точка зрения подтверждается рядом исследований как торфяников [1, 5, 6], так и остатков древесины [2, 9]. Названия почв даны в соответствии с [3, 10].

Редколесный предтундровый пояс, высота над уровнем моря 570 м. В подбурях оподзоленных (Cambisols) АТ (0-10 см)–ВНе (10-16 см)–ВН (16-

31 см)–BC (31-45 см) переходной полосы предтундрового редколесья обнаруживаются диагностические признаки этого подтипа в гор. ВНе в виде белесых пятен и линз. Характеризуются более высокой актуальной и обменной кислотностью по сравнению с почвами таежного пояса, накоплением несиликатных аморфных полуторных оксидов в средней части профиля. В разрезе 7 (склон восточной экспозиции) отмечаются колломорфные пленки на агрегатах в верхней части профиля, а на стенках пор – в нижней. Al-Fe-гумусовый процесс обнаруживается в микроморфологии почвы. В разрезе 22 (западный склон) этот процесс диагностируется химическими критериями (табл. 1).

Пятна горных тундр располагаются на той же высоте (575 м). Характерными почвами горных тундр (Alpine heathland) являются подбуры глееватые оподзоленные: (Cambisols) AT (0-12 см)–ВНg (12-15 см)–ВНf (15-18 см)–ВН (18-31 см)–BC (31-35 см). Очевидно, в результате более продолжительного пребывания почвы в мерзлом состоянии в ней происходит периодический застой воды, и как следствие – слабое оглеение, формируется мощный слой подстилки. Профильное распределение подвижных оксидов железа имеет элювиально-иллювиальный характер (табл. 1, разрез 13). Аккумуляция аморфных форм алюминия происходит глубже и связана, по-видимому, с оподзоливанием почвы. Более глубокая миграция Al по сравнению с Fe объясняется подвижностью соединений Al в более широком интервале значений pH и связью Al с наиболее подвижными низкомолекулярными комплексами гумусовых веществ. Анализ оптической плотности также указывает на наличие подзолистого процесса, согласно системе классификации WRB. Стабильные агрегаты, чешуйчатая и ячеистая ориентация глин, железисто-глинистый состав плазмы являются уна-

следованными от породы признаками, а железистые пятна и хлопья – слабых глеевых процессов и, следовательно, дестабилизации профиля. Выраженные микроморфологические признаки криогенеза (концентрические кольца из мелких агрегатов вокруг крупных) локализованы в верхней части профиля. В морфологии гор. BC также отражены криогенные черты (икрянистая структура) и признаки выветривания породных минералов. Подбур глееватый оподзоленный имеет растянутый, дифференцированный по железу профиль. Сизо-белесые пятна в верхней части являются следствием как элювиально-глеевого выноса, так и оподзоливания. Признаки подвижности тонкодисперсной массы в микроморфологии слабо выражены. Гумусо-железистые пленки на скелетных частицах и агрегатах в гор. ВН являются признаком проявления Al-Fe-гумусового процесса в этой почве.

В поясе горных тундр с криогенными пятнами, в которых происходит вымораживание щебня на поверхность, под редкими фрагментами растительного покрова формируются карликовые иллювиально-гумусовые подзолы (Dwarf Podzols). Гор. AT (0-1.5 см), черная (10R<sup>2/1</sup>) рыхлая подстилка, пронизанная корнями. В микростроении наблюдаются округлые агрегаты, сформированные из фрагментов растительных тканей, и желто-коричневая аморфная плазма. Гор. E (1.5-2.5 см) буровато-серый (5YR<sup>5/2</sup>) легкий суглинок, с пластинчатыми и округлыми микроагрегатами, пленками на скелетных зернах и признаками криотурбаций (деформация элементов глинистой плазмы). Гор. ВН (2.5-3.5 см) темно-коричневый (5YR<sup>3/3</sup>) суглинок, округло микроагрегирован; на зернах – пленки и ободок из мелких бурых гумусовых агрегатов. Плазма изотропная, гумусо-Fe. Подстиляется сплошными обломками пород. Мерзлота отсутствует. Четко дифферен-

Таблица 1

Физико-химические свойства почв Приполярного Урала

Горизонт глубина, см	pH		Доля, %		Обменная кислотность, м-э/100 г			Обменные основания, ммоль/100 г		По Тамму, %		Оптическая плотность оксалатной вытяжки
	водный	солевой	C	N	общая	H	Al	Ca	Mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Разрез 7												
AT 0-10	4.15	3.24	39.72	1.43	11.68	3.36	8.32	7.80	2.17	0.26	0.62	–
ВНе 10-16	4.28	3.46	2.29	0.20	13.75	0.12	13.63	0.46	0.24	1.38	0.70	0.23
ВН 16-31	5.00	4.28	1.48	0.14	7.12	0.04	7.08	0.08	0	1.14	1.20	0.10
BC 31-45	5.08	4.33	0.99	0.10	7.96	0.04	7.92	0.10	0	0.86	1.15	–
Разрез 22												
AT 0-5	4.17	3.25	32.59	1.61	12.64	3.84	8.80	3.26	1.30	–	–	–
ВНе 5-8	4.40	3.69	2.78	0.22	15.20	0.16	15.04	0	0.06	1.50	0.60	0.31
ВНf 8-21	4.89	4.15	2.56	0.21	10.20	0.10	10.10	0	0	2.76	2.24	0.32
BCg 21-34	5.13	4.40	1.33	0.11	6.04	0.04	6.00	0	0	1.00	1.40	–
Разрез 13												
AT 0-12	4.50	3.76	25.68	1.59	12.48	1.44	11.04	1.85	0.73	0.54	1.02	–
ВНg 12-15	4.52	3.67	4.88	0.48	11.6	0.32	11.24	0.29	0.11	1.01	0.74	0.25
ВНf 15-18	4.77	3.97	2.86	0.27	6.85	0.10	6.75	0.18	0.06	1.80	0.88	0.41
ВН 18-31	4.75	4.18	1.95	0.18	8.36	0.12	8.24	0.26	0.02	1.01	1.07	0.23
BC 31-35	4.89	4.36	1.64	0.14	6.02	0.05	5.97	0.10	0	0.98	1.07	0.20

Примечание: прочерк – нет данных.

цированный, хотя и маломощный, профиль подзола свидетельствует о его зрелости.

В оподзоленных подбурях предтундровых редколесий при повышенном участии кустарничков и мхов в покрове имеют место процессы элювиально-иллювиальной миграции аморфных соединений Al и Fe одновременно с аморфизацией и оструктурированием. Доминирующими процессами в этих почвах являются внутрипочвенное выветривание с освобождением несиликатных форм Fe, вызывающих оструктурирование почвенной массы, а также аккумулятивное внутрипрофильное распределение  $R_2O_3$  и гумуса, альфегумусовая миграция. Криопедогенные процессы диагностируются в микростроении (мелкоземистые ободки на зернах и агрегатах, криотурбации) без многолетнемерзлого слоя в пределах профиля. Процессы элювиально-иллювиального характера на фоне железистой метаморфизации осуществляют преобразование минеральной толщи. Интенсивность физического выветривания и аккумуляции несиликатных форм Fe возрастает в ряду подбуров: редколесье, тундра. Выраженность процессов Al-Fe-гумусовой миграции имеет противоположную направленность, ослабляясь к тундровым подбурам, в связи с усилением криогенного оструктурирования почвенной массы и быстрой полимеризацией гумуса. Нередко эти процессы обнаруживаются лишь в микростроении. Унаследованным признаком, придающим почвам стабильность, является резерв легковыветривающихся минералов, обеспечивающих запас Fe и оструктуренность. Профиль иллювиально-гумусового подзола, формирующийся под тундровым покровом, имеет унаследованный от более теплых периодов развития характер.

Рассмотрение почв экотона показало, что интенсивная Al-Fe-гумусового процесса, дестабилизация профилей зависят как от степени внутренней дренированности почв, характера гумуса органо-аккумулятивного горизонта, так и экспозиции склона. Быстрая полимеризация гумуса в более суровых условиях восточного склона (разрез 7) и криогенное оструктурирование являются причиной менее интенсивной элювиально-иллювиальной дифференциации подвижных  $R_2O_3$ .

Таким образом, в профиле почв Приполярного Урала, формирующихся на пределе распространения леса, совмещены как современные, так и унаследованные литогенные и педогенные черты. К числу унаследованных от прошлых стадий развития признаков следует отнести гумусо-Fe-глинистые пленки на зернах в гор. Е, а литогенными являются легковыветривающиеся минералы. Сформированный в горной тундре подзол является результатом почвообразования прошедших более теплых этапов голоцена.

Под островками реликтового елового леса, вышедшего за пороговые значения устойчивости и оказавшегося в зоне

повышенного риска на пределе распространения (бассейн р. Море-ю), сформированы двухъярусные почвы в рыхлопесчаных почвообразующих породах. Разрез сделан в обнажении верхней террасы р. Море-ю, вблизи куртины елей. В подлеске ерник, можжевельник, в напочвенном покрове толокнянка, водяника, злаки, звездчатка, лишайники, политриховые мхи. Почва – подбур современный на погребенном подзоле (Bisequia):

– I (0-9 см). Бурый ( $5YR^5/2$ ), слабо-слоистый нанос, супесчаный, рыхлый, непрочно-комковатый, пронизан корнями.

– AI (9-13 см). Темно-серый ( $10YR^5/1$ ), прогумусированный, рыхлый, супесчаный, пронизан корнями, рыхло-комковатой структуры.

– BH (13-19 см). Буровато-серый ( $10YR^6/2$ ), супесчаный, рыхло-комковатый, плотнее вышележащего горизонта, пронизан корнями.

– B1 (19-27 см). Светло-бурый ( $10YR^6/2$ ), с темными пятнами разлагающихся корней, непрочно-комковатый, супесчаный.

– II A1 (27-32 см). Слоеват, с темно-бурыми и белесыми ( $5YR^3/1-3/2$ ), ( $10YR^6/2$ ) с частичками угля слоями. Супесчаный, рыхлый.

– II E (32-36(39) см). Белесый ( $10YR^7/2$ ), в виде карманов, песчаный, рыхлый.

– II BH (36-43 см). Палевый (5 YR 5/2), с мелкими черными точками, песчаный, бесструктурный.

– II Bfn (43-57 см). Охристо-ржавый ( $2.5YR^3/4$ ), плотный, локально прослой, сцементированные оксидами железа, более интенсивно окрашенные.

– II BC (57-69 см). Коричневато-бурый ( $7.5YR^5/4$ ), с мелкими черными и ржавыми точками, рыхлый песок.

– C (69-90 см). Светло-бурый ( $7.5YR^5/4-5YR^5/6$ ), с мелкими ржавыми точками, более рыхлый песок.

Профили погребенных почв отличаются от современных по характеру распределения ила: в современных почвах распределение аккумулятивное, а в погребенных – элювиально-иллювиальное (табл. 2), а также более высоким содержанием подвижных полуторных оксидов и их элювиально-иллювиальным распределением. Согласно морфологическим, микроморфологическим и физико-химическим показателям, погребенные почвы относятся к подзолам. Аккумулятивный характер распределения ила и подвижных  $R_2O_3$ , гумуса, а также отсутствие осветленного гор. Е в современной почве позволяют отнести ее к подбурам. Суббореальный возраст орт-

Таблица 2  
Некоторые физические и химические свойства почвы бассейна р. Море-ю, разрез 6

Горизонт, глубина, см	Содержание фракций, % (размер частиц, мм)			C, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по Джексоу, %
	<0.001	>0.01	<0.01		по Тамму, %		
I 0-9	3.75	94.36	5.44	0.74	0.13	0.04	0.22
A1 9-13	5.45	92.01	7.99	0.91	0.10	0.08	0.11
BH 13-19	4.83	92.79	7.21	0.64	0.16	0.10	0.16
II A1 27-32	4.92	92.72	7.28	0.86	0.26	0.04	0.50
II A2 32-36	1.13	98.11	1.89	0.16	0.25	0.38	0.32
II Bfn 43-57	5.17	93.69	6.31	0.50	0.18	0.26	0.18
II BC 57-69	3.75	94.72	5.28	0.22	0.05	0.08	0.28

зандового горизонта II Vfh ( $2980 \pm 150$ , ИГРАН 2419) может указывать на время захоронения почвы. Формирование и развитие подзола относятся к теплым интервалам позднеатлантического периода под лесными формациями. Сохранность погребенных почв неодинакова, зависит от условий захоронения, разрушения криогенными и другими процессами. Морфология и микростроение, физико-химические свойства дневных и погребенных почв существенно различаются. Развитие подбура происходило в условиях существенного похолодания и распространения тундровых ландшафтов, результатом которых является слабая дифференциация профиля.

Таким образом, почвы Приполярного Урала, формирующиеся на пределе распространения леса, совмещают в своем профиле как современные, так и унаследованные от прошлых этапов развития признаки. Унаследованным признаком, придающим почвам стабильность, является резерв легковыветривающихся минералов, обеспечивающих запас Fe и оструктуренность. Обнаруженный в горной тундре подзол является результатом почвообразования более ранних теплых этапов голоцена. Уникальные двухъярусные почвы реликтовых лесных островков в бассейне р. Море-ю состоят из современного подбура и погребенного на небольшой глубине подзола.

Сохранение в современном почвенном покрове на пределе распространения леса унаследованных от прошлых стадий признаков или профилей погребенных почв позволяет более достоверно детализировать природный процесс в голоцене. Погребенные почвы могут служить одним из индикаторов изменения в прошлом климата Субарктики. Подоб-

ные объекты должны быть предложены в качестве охраняемых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болиховская Н.С., Болиховский В.Ф., Климанов В.А. Климатические и криогенные факторы развития торфяников европейского северо-востока СССР в голоцене // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. М., 1988. С. 36-44.
2. Голоценовые сдвиги северной границы некоторых видов деревьев и кустарников / К.В. Кременицкий, Г.М. Макдоналд, Р.О. Галабала и др. // Бот. журн., 1996. Т. 81 (4). С. 10-25.
3. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 342 с.
4. Кошкарлова В.Л., Карпенко Л.В., Орлова Л.А. Динамика растительности и верхней границы леса в голоцене на Полярном Урале // Экология, 1999. № 2. С. 121-125.
5. Красовская Т.М. Пространственно-временные закономерности накопления тяжелых металлов в экосистемах Воркутинского района // Биоиндикация природной среды Воркутинской тундры. Сыктывкар, 1996. Вып. 143. С. 42-49.
6. Никифорова Л.Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М., 1982. С. 154-161.
7. Тимонина Р.Г. Петрология метаморфических пород Приполярного Урала. Л., 1980. 104 с.
8. Фирсова В.П., Дедков В.С. Почвы высоких широт горного Урала. Свердловск, 1983. 93 с.
9. Хантимеров Р.М., Шиятов С.Г. Радиоуглеродные и дендрохронологические датировки полудиаскопаемой древесины на Ямале и их использование в деле изучения динамики лесотундровых экосистем // Биота Приуральской Субарктики в позднем плейстоцене и голоцене. Екатеринбург, 1999. С. 3-22.
10. World reference base for soil resources. Rome, 1998. 88 p. – (World soil resources report; 84). ❖

## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

От всей души поздравляем Галину Александровну Забоеву с 35-летием трудового стажа!

Галина Александровна – ведущий специалист в области агрохимического анализа почв. Высокий профессионализм и ответственность Галины Александровны наиболее ярко проявились при организации и проведении химико-аналитических измерений, систематизации полученных результатов, внедрении в практику лабораторий Института биологии международных методик количественного химического анализа почв.

Трудовую деятельность в Институте биологии Галина Александровна Забоева начала в 1974 г. в лаборатории физиологии растений, в которой под руководством Р.А. Рошневской проводила исследования накопления основных элементов минерального питания и фосфорного обмена растений в условиях Севера, освоила комплекс методик биохимического анализа, вегетационного и полевого эксперимента. Результаты данных исследований были использованы при подготовке рекомендаций по повышению урожайности и кормовых качеств сеяных многолетних трав в тундре, а также ряда публикаций.

*Желаем Вам, Галина Александровна, крепкого здоровья, семейного благополучия, удачи в жизни, а также настроя на долгую и плодотворную работу.*

Коллектив экоаналитической лаборатории





## ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СООБЩЕСТВ ОКОЛОВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ АТАМАНСКИХ ОЗЕР (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

к.б.н. **Б. Тетерюк**  
с.н.с. отдела флоры и растительности Севера  
E-mail: [b\\_teteryuk@ib.komisc.ru](mailto:b_teteryuk@ib.komisc.ru), тел. (8212) 24 50 12

Научные интересы: флора водоемов, синтаксономия высшей водной растительности, экология гидрофитов

В ботаническом отношении изученность западного макросклона Уральского хребта остается недостаточной [4]. Традиционными объектами исследований ботаников на севере Урала являются лесные, луговые, тундровые типы растительных сообществ, в то время как водным и околотоводным сообществам внимания уделяется неоправданно мало. Это не позволяет более полно представить современное состояние и развитие флористических комплексов региона. В настоящей статье изложены результаты исследований флористического состава и структуры сообществ околотоводной растительности Атаманских озер, расположенных на территории национального парка «Югид ва» в верховьях р. Вангыр (Приполярный Урал).

Район исследований, согласно ботанико-географическому районированию европейской части России [3], находится в Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западно-Сибирской таежной провинции Евразийской таежной (хвойнолесной) области. Атаманскую озерную систему составляют пять горнодолинных озер, расположенных в непосредственной близости друг от друга и имеющих сообщения (протоки) с р. Вангыр. Названия озер системы условные. Основой для анализа послужили 49 геоботанических описаний растительности околотоводной зоны прибрежной части озер. Геоботанические описания составлены согласно общепринятой методике. Список видового состава документирован гербарными сборами, хранящимися в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO). Названия таксонов приводятся по сводке С.К. Черепанова [7]. Отнесение видов к географическим и ценофитическим группам выполнено в соответствии с данными во «Флоре северо-востока европейской части СССР» [6].

Разнообразие видового состава растительных сообществ околотоводной

зоны Атаманских озер обусловлено набором их биотопических условий. Берега озер включают облесенные, закустаренные, заболоченные и луговинные участки. В составе околотоводных сообществ Атаманских озер выявлено 102 вида сосудистых растений, относящихся к 74 родам и 37 семействам (см. таблицу). Среди них споровых – семь видов, однодольных – 24, двудольных – 71. Преобладают семейства Сурегасеае (12 видов), Rosaceae, Asteraceae, Poaceae (по девять видов), Ranunculaceae (восемь видов). Количество видов в указанных ведущих семействах достигает 48 (47 % общего количества). Семейства Ericaceae, Polygonaceae, Equisetaceae и Scrophulariaceae содержат каждое по четыре-пять видов. Остальные семейства представлены одним или двумя-тремя видами.

Набор ведущих семейств околотоводной ценофлоры Атаманских озер в целом подкрепляет ее бореальные черты, характерные для флор северо-востока Европы [1, 5]. Это подкрепляет и факт лидирующего положения семейств Asteraceae и Poaceae по количеству родов: Asteraceae (9), Poaceae (9), Rosaceae (7), Ranunculaceae (7), Ericaceae (3), Scrophulariaceae (3), Сурегасеае (2), Polygonaceae (2) и Equisetaceae (1). Своеобразие же околотоводной ценофлоры выражается в порядке расположения в ее составе ведущих семейств, где лидирующее место занимает семейство Сурегасеае. Кроме того, региональную специфику ценофлоре придает участие в составе ведущих семейства Ericaceae (6 место). Любопытен еще один факт систематической структуры анализируемой ценофлоры: 20 из 37 семейств представлены только одним видом.

Анализ видового состава сосудистых растений околотоводной зоны Атаманских озер в отношении их принадлежности к географическим группам показал, что преобладающее положение занимает бореальная широтная

группа. На ее долю приходится 65 % видов. В состав данной группы входят такие ценофитически значимые виды, как *Carex rostrata*, *C. aquatilis*, *Comarum palustre*, *Calamagrostis purpurea*, *Menyanthes trifoliata*, нередко образующие обширные моновидовые сообщества. В большей степени это характерно для *Carex rostrata*, заросли с абсолютным доминированием которой в озерах Первое и Пономаревское достигают от 1 до 2 га. Наряду с бореальной велика доля гипоарктической широтной группы. Обе группы в совокупности составляют 86 % общего количества видов. Наиболее массово бореальные виды (*Calamagrostis purpurea*, *Cirsium heterophyllum*, *Geum rivale*, *Sanguisorba officinalis*) представлены в береговой зоне озер Первое и Лосиное. Гипоарктические виды (*Salix phylicifolia*, *Rubus chamaemorus*, *Ranunculus propinquus* и др.) широко (27 %) представлены в составе околотоводных сообществ Сабельникового озера. Участие пльоризональных (3 %) и неморально-бореальных (1 %) видов в сложении околотоводных сообществ незначительно.

Околотоводная ценофлора изученных озер составлена в основном видами с широкими голарктическими (48 %) и евразийскими (34 %) ареалами. Евразийские виды (*Crepis paludosa*, *Salix phylicifolia*, *S. lapponum*, *Betula nana*, *Petasites radiatus* и др.) в большей степени представлены в сообществах озер Пономаревское (49 %) и Первое (43 %). Голарктические виды (*Carex aquatilis*, *C. rostrata*, *Comarum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Equisetum fluviatile*, *E. pratense* и др.) занимают ведущее положение в береговых фитоценозах озер Лосиное (39 %) и Пеляжье (57 %). Европейская долготная группа, играющая значительную роль в таежных флорах европейского Северо-Востока, в составе сообществ околотоводных зон Атаманских озер представлена незначительно (12 %) (*Solidago virgaurea*, *Rosa acicularis*,

Список сосудистых растений околководных сообществ Атаманских озер

Вид растения	Озеро					Группа			
	I	II	III	IV	V	ШГ	ДГ	ЦГ	ЭГ
<i>Achillea millefolium</i> L.	+	-	+	+	-	Б	ЕА	ЛУГ	КСМ
<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle	-	-	-	+	+	Б	ЕА	Л	М
<i>Agrostis mertensii</i> Trin.	-	-	+	-	-	ГИП	ГОЛ	Т	М
<i>Alchemilla glabricaulis</i> Lindb.	+	+	-	+	+	Б	Е	ЛУГ	М
<i>A. glomerulans</i> Bus.	+	+	-	+	+	АА	ГОЛ	ЛУГ	М
<i>Andromeda polifolia</i> L.	-	-	+	-	-	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Anemonastrum biarmiense</i> (Juz.) Holub	+	+	-	+	-	АА	Е	ЛУГ	М
<i>Angelica archangelica</i> L.	+	-	-	+	-	Б	Е	ЛУГ	М
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+	-	-	+	+	Б	Е	ЛУГ	КСМ
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drey.	+	-	+	-	+	ГИП	ЕА	Л	М
<i>Betula nana</i> L.	+	-	+	-	+	ГИП	ЕА	Б	ГГ
<i>B. tortuosa</i> Ledeb.	-	-	+	-	-	ГИП	Е	Т	ГМ
<i>Bistorta major</i> S.F.Gray	+	+	-	+	+	Б	ГОЛ	Б, ЛУГ	ГГ
<i>B. vivipara</i> (L.) S.F.Gray	+	+	+	+	+	АА	ГОЛ	ЛУГ	М
<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin.	+	+	+	+	+	Б	А	Л-ЛУГ	ГМ
<i>Callitriche palustris</i> L.	-	-	-	-	+	ПЛ	К	В	ГГ
<i>Caltha palustris</i> L.	-	-	-	+	+	Б	ГОЛ	В, Б	ГГ
<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb.	+	+	+	+	+	Б	ГОЛ	В	ГГ
<i>C. caespitosa</i> L.	+	+	+	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	ГГ
<i>C. cinerea</i> Poll.	-	+	+	-	+	Б	ГОЛ	ЛУГ	ГГ
<i>C. diandra</i> Schrank	-	-	-	-	+	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>C. juncella</i> (Fries) Th.Fries	+	+	-	-	-	Б	ЕА	Б, В	ГГ
<i>Carex limosa</i> L.	-	-	+	-	+	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Carex pauciflora</i> Ligtf.	-	-	+	-	+	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>C. paupercula</i> Michx.	-	-	+	-	+	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>C. rostrata</i> Stokes	+	+	+	+	+	Б	ГОЛ	В	ГГ
<i>C. vesicaria</i> L.	+	-	+	+	-	Б	ЕА	В	ГГ
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop	+	-	-	+	+	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Ascher. & Graebn.	+	+	+	-	+	ГИП	ГОЛ	Л	ГМ
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	+	+	+	+	+	Б	Е	Л-ЛУГ	ГМ
<i>Comarum palustre</i> L.	+	+	+	+	+	Б	ГОЛ	Б	ГД
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	+	+	+	-	-	Б	ЕА	Л	ГГ
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soo	-	-	+	-	-	Б	ЕА	Л	ГМ
<i>Delphinium elatum</i> L.	+	-	-	-	-	Б	ЕА	Л	М
<i>Drosera anglica</i> Huds.	-	-	+	-	-	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P.Fuchs	+	-	-	-	-	Б	Е	Л	ГГ
<i>Empetrum hermaphroditum</i> (Lange) Hagerup	-	-	+	-	+	ГИП	ГОЛ	Т	ГМ
<i>Epilobium palustre</i> L.	-	-	-	-	+	Б	ГОЛ	Б	ГМ
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	-	-	+	-	+	ПЛ	ГОЛ	Б, В	ГГ
<i>E. palustre</i> L.	-	+	-	-	-	ПЛ	ГОЛ	Б	ГГ
<i>E. pratense</i> Ehrh.	+	-	-	+	-	Б	ГОЛ	ЛУГ	М
<i>E. sylvaticum</i> L.	-	-	+	-	+	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Eriophorum polystachion</i> L.	-	+	-	-	-	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>E. vaginatum</i> L.	-	-	+	-	-	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Festuca ovina</i> L.	+	-	-	-	-	Б	ЕА	Л-ЛУГ	КСМ
<i>F. rubra</i> L.	+	-	+	+	-	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+	+	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	ГГ
<i>Galium boreale</i> L.	+	-	-	+	-	Б	ЕА	Л-ЛУГ	М
<i>G. palustre</i> L.	-	-	-	-	+	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Galium uliginosum</i> L.	+	+	+	+	+	Б	ЕА	Б, ЛУГ	ГГ
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	+	+	-	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	М
<i>Geum rivale</i> L.	+	+	+	+	-	Б	ЕА	Л	ГГ
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) New m.	+	-	+	-	-	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Hieracium nigrescens</i>	+	-	+	-	-	АА	Е	Л-ЛУГ	ГМ
<i>Juncus filiformis</i> L.	-	+	+	+	+	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Juniperus communis</i> L.	+	-	-	+	+	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Ligularia arctica</i> Pojark.	-	+	-	-	-	ГИП	Е	Б	ГГ
<i>Lonicera pallasii</i> Ledeb.	-	-	-	+	-	Б	А	Л	М
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+	-	+	-	+	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	-	-	-	+	-	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Melampyrum pratense</i> L.	+	-	+	-	+	Б	ЕА	Л-ЛУГ	М
<i>Melica nutans</i> L.	+	-	-	-	-	Н-Б	ЕА	Л	М
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	-	-	+	-	-	Б	ГОЛ	Б	ГД
<i>Myosotis palustris</i> Lam.	+	-	-	+	+	Б	ЕА	Б	ГГ
<i>Omalotheca norvegica</i> (Gunn.) Sch. Bip.	+	-	-	+	-	АА	ЕА	Т	М

Вид растения	Озеро					Группа			
	I	II	III	IV	V	ШГ	ДГ	ЦГ	ЭГ
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	-	-	+	-	-	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	-	+	+	-	-	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Parnassia palustris</i> L.	-	-	+	-	-	Б	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Pedicularis compacta</i> Steph.	+	-	-	+	+	АА	А	Л, ЛУГ	ГГ
<i>P. verticillata</i> L.	+	-	-	-	-	АА	ЕА	Л, ЛУГ	ГГ
<i>Petasites radiatus</i> (J.F.Gmel.) Holub	+	-	-	+	-	ГИП	ЕА	В	ГД
<i>Phleum alpinum</i> L.	+	-	-	-	+	АА	ГОЛ	ЛУГ	ГМ
<i>Poa palustris</i> L.	-	-	-	+	-	Б	ГОЛ	ЛУГ	ГМ
<i>Pyrola minor</i> L.	+	-	-	-	-	Б	ГОЛ	ЛУГ	М
<i>P. rotundifolia</i> L.	+	-	-	-	-	Б	ГОЛ	Л	М
<i>Ranunculus propinquus</i> C.A.Mey	+	+	+	+	+	ГИП	А	Л-ЛУГ	М
<i>R. repens</i> L.	+	+	-	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	ГМ
<i>Rhodiola rosea</i> L.	+	-	-	-	-	ГИП	ЕА	ЛУГ	ГМ
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	-	-	-	+	-	Б	Е	Л	М
<i>Rubus arcticus</i> L.	+	-	+	-	+	ГИП	ГОЛ	Л	ГМ
<i>R. chamaemorus</i> L.	-	-	+	-	+	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Rumex acetosa</i> L.	-	-	-	+	+	Б	ГОЛ	ЛУГ	М
<i>R. arcticus</i> Trautv.	-	-	-	+	-	А	А	Т	ГГ
<i>Salix lanata</i> L.	+	-	-	-	-	А	ГОЛ	Т	ГГ
<i>S. lapponum</i> L.	+	+	-	-	-	ГИП	ЕА	Б	ГГ
<i>S. phycifolia</i> L.	+	+	+	+	-	ГИП	ЕА	Л-ЛУГ	М
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+	+	-	+	-	Б	ЕА	Л	М
<i>Saxifraga hirculus</i> L.	-	-	-	-	+	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	+	+	-	+	Б	Е	Л-ЛУГ	М
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	+	+	+	-	+	Б	ЕА	ЛУГ	ГГ
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	-	+	+	-	-	Б	ЕА	ЛУГ	М
<i>Thalictrum simplex</i> L.	+	-	-	+	-	Б	ЕА	ЛУГ	М
<i>Trientalis europaea</i> L.	+	-	+	-	-	Б	ЕА	Л	М
<i>Trollius europaeus</i> L.	+	-	-	-	+	Б	Е	ЛУГ	М
<i>Valeriana capitata</i> Pall. Ex Link.	+	-	-	-	-	АА	ЕА	ЛУГ	ГМ
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	-	+	-	+	Б	ГОЛ	Л	М
<i>V. uliginosum</i> L.	+	-	-	-	+	ГИП	ГОЛ	Б	ГГ
<i>V. vitis-idea</i> L.	-	+	-	-	-	ГИП	ГОЛ	Л	М
<i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	+	-	-	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	М
<i>Veronica longifolia</i> L.	+	+	-	+	-	Б	ЕА	ЛУГ	ГМ
<i>Vicia sepium</i> L.	+	+	-	+	+	Б	ЕА	ЛУГ	М
<i>Viola epipsiloides</i> A. Love & D. Love	+	+	-	+	-	Б	ГОЛ	Б, ЛУГ	ГГ
Итого	65	36	48	46	51				

Примечание: I – Пономаревское, II – Лосиное, III – Сабельниковое, IV – Первое и V – Пеляжье озера. ШГ: А – арктическая, АА – арктоальпийская, ГИП – гипоарктическая, Б – бореальная, ПЛ – плюризональная широтные группы; ДГ: А – азиатская, Е – европейская, ЕА – евроазиатская, ГОЛ – голарктическая, К – космополитная долготные группы; ЦГ: В – водные, Б – болотные, Л – лесные, ЛУГ – луговые, Т – тундровые, Л-ЛУГ – лесо-луговые ценотические группы; ЭГ (экологические группы): КСМ – ксеромезофиты, М – мезофиты, ГМ – гигромезофиты, ГГ – гигрофиты, ГД – гидрофиты, ГДТ – гидатофиты. Прочерк – вид отсутствовал.

*Trollius europaeus* и др). Близость района исследований к территории Сибири и исторические связи с сибирской флорой предопределили наличие здесь азиатской (сибирской) долготной группы (*Calamagrostis purpurea*, *Lonicera palasii*, *Ranunculus propinquus*, *Rumex arcticus*), на долю которой приходится 5 % общего количества видов. Из видов-космополитов на берегах обследованных озер отмечен лишь *Callitriche palustre*. Никакой сколько-нибудь значимой ценотической роли он не играет.

Основная отличительная особенность околводных местообитаний – высокая влагонасыщенность субстрата. Как правило, такие экотопы осваивают влаголюбивые виды. В сообще-

ствах высших растений, произрастающих вдоль берегов изученных озер, по отношению к воде и увлажненности субстрата различаются несколько экологических групп (см. таблицу). Их соотношение свидетельствует об уровне гидроморфности берегов водоемов. В целом, преобладают две экологические группы – мезо- и гигрофиты (по 39 %). Преобладание мезофитов (*Sanguisorba officinalis*, *Equisetum pratense*, *Angelica archangelica* и др.) в сообществах береговых зон озер Первое (48 %) и Пономаревское (46 %) обусловлено несколькими причинами. Это высокая степень облесенности берегов, значительная их крутизна, хорошая дренированность берегов. Гигрофиты (*Carex rostrata*, *C. limosa*,

*Equisetum fluviatile*, *Geum rivale* и др.) в наибольшем объеме представлены на побережьях озер Лосиное (50 %) и Сабельниковое (46 %), где наблюдается высокая степень заболоченности береговой зоны. Гигромезофиты в относительно одинаковом количестве (14-17 %) участвуют в составе растительных сообществ околводных зон всех изученных озер. Ксеромезофиты, как и гидро- и гидатофиты, представлены незначительно (1-3 %). Их присутствие здесь можно охарактеризовать как закономерно-случайное. Ксеромезофиты (*Achillea millefolium*, *Anthoxanthum odoratum* и *Festuca ovina*) нередко можно встретить в пойменных лугах таежной зоны [2], и их присутствие в приозерных ландшафтах При-



полярного Урала соответствует экологическому диапазону данных видов. Гидрофиты *Menyanthes trifoliata* и *Petasites radiatus* – типичные представители околководных сообществ Приполярного Урала. Вахта трехлистная чаще встречается на заболоченных берегах и болотах, нарциссия гладкая предпочитает каменистые и песчаные берега горных рек и ручьев.

Состав ценоотических групп отражает спектр типов растительности, сообщества которых принимают участие в сложении растительного покрова той или иной территории. В околководной полосе Атаманских озер преобладают луговые (*Achillea millefolium*, *Carex cinerea*, *Phleum alpinum*, *Rumex acetosa* и др.), болотные (*Betula nana*, *Carex pauciflora*, *Eriophorum vaginatum* и др.) и лесные (*Chamaepericlymenum sueticum*, *Geum rivale*, *Pyrola rotundifolia*) виды. В совокупности они составляют более 2/3 от списочного состава отмеченных для береговых сообществ Атаманских озер видов. Небольшой процент (по 5-6 %) видов приходится на долю тундровой (*Agrostis mertensii*, *Rubus arcticus*, *Rubus chamaemorus* и др.) и водной (*Callitriche palustris*, *Carex rostrata*, *Petasites radiatus* и др.) ценоотических групп. Их участие в составе сообществ, с одной стороны, говорит о специфике экологических условий местообитания (водные и водно-болотные виды), с другой – о зональных особенностях озерной системы.

Необходимо отметить, что озера практически не испытывают антропогенного воздействия, и с этим связа-

но отсутствие в составе их береговых сообществ антропохорных видов.

Итак, в составе околководных сообществ Атаманских озер выявлено 102 вида сосудистых растений, относящихся к 74 родам и 37 семействам. Преобладают семейства Сурегасеае, Розасеае, Астерасеае, Поасеае, Ранакуласеае, Эриказеае, Полигонасеае, Эquisетасеае и Scrophulariaceae. Таксономический состав и систематическая структура околководной ценофлоры Атаманских озер, расположенных на юге Южно-Приполярно-Уральского геоботанического округа [8], обладают рядом характеристик, свойственных одновременно и для таежных флор северо-востока Европы, и для флоры севера Урала.

Береговые растительные сообщества Атаманских озер составлены преимущественно мезо- и гигрофитами. Наполнение гигрофильного компонента осуществляется за счет болотных видов (*Carex diandra*, *C. limosa*, *C. pauciflora*, *Equisetum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Betula nana* и др.). Мезофиты в околководных сообществах, как правило, лесные и луговые виды (*Agrostis mertensii*, *Anemonastrum biarmense*, *Festuca rubra*, *Geranium sylvaticum*, *Lyzula pilosa* и др.). Географическое положение озер обусловило присутствие в составе их околководных фитоценозов видов, широко распространенных, имеющих голарктический и евроазиатский тип ареала (*Andromeda polifolia*, *Avenella flexuosa*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum vaginatum*, *Betula nana* и др.). Зонально-высотный акцент составу околководных сооб-

ществ придают присутствующие здесь арктические и арктоальпийские виды (*Bistorta vivipara*, *Hieracium nigrescens*, *Omalotheca norvegica*, *Pleum alpinum*, *Salix lanata* и др.).

Отсутствие в составе околководных сообществ озер антропохорных элементов флоры позволяет использовать их (сообщества) в качестве эталонного мониторингового объекта при наблюдении за состоянием уральских гидроэкосистем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лавренко А.Н., Улле З.Г., Сердюков Н.П. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. СПб.: Наука, 1995. 256 с.
2. Мартыненко В.А. Флора северной и средней подзон тайги европейского Северо-Востока. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 1996. 31 с.
3. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.
4. Состояние изученности природных ресурсов Республики Коми. Сыктывкар, 1997. 200 с.
5. Флора северо-востока европейской части СССР как ботанико-географическая система / В.А. Мартыненко, Г.В. Железнова, М.В. Гецен и др. Сыктывкар, 1987. 22 с.
6. Флора северо-востока европейской части СССР. Л.: Наука. – (1974. Т. I. 273 с.; 1976. Т. II. 315 с.; 1977. Т. III. 293 с.; 1977. Т. IV. 311 с.).
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
8. Юдин Ю.П. Геоботаническое районирование // Производительные силы Коми АССР. М., 1954. Т. 3, ч. I. С. 323-359.



### ПОЛЯРНАЯ КРАЧКА (*STERNA PARADISAEA*) В МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЕ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ, РАЗМНОЖЕНИЕ, МИГРАЦИИ И ПИТАНИЕ

к.б.н. Г. Накул  
н.с. отдела экологии животных  
E-mail: [nakul@ib.komisc.ru](mailto:nakul@ib.komisc.ru), тел. (8212) 43 10 07

Научные интересы: экология колониальных видов птиц

С первых публикаций об орнитофауне дельты р. Печора в XIX в. [11-15] и исследований 30-х годов XX в. [2, 3, 9] к настоящему времени накоплены новые данные о распространении и численности полярной крачки в Малоземельской тундре. В данной работе представлены материалы о современном распространении, размножении, миграциям, питании и численности полярной крачки на территории Малоземельской тундры, полученные в результате экспедиционных исследований (2000-2004 гг.) в дельте р. Печора и Малоземельской тундре. С 16 июня по 10 августа 2000 г. обследована центральная и северная части дельты

р. Печора, в июне-августе 2002 г. – острова и побережье Коровинской губы. В июне-августе 2003 г. полевые работы проведены в районе Колоколковой губы, в июне-августе 2001 и 2004 гг. – в бассейне р. Вельт.

*Sterna paradisaea* – гнездящийся мигрирующий вид (см. фото). Гнездовой ареал охватывает кустарниковые тундры от побережья Баренцева моря до лесотундры включительно (см. рисунок). К местам гнездования полярные крачки прилетают в третьей декаде мая – первой половине июня. На побережье Баренцева моря в устье р. Вельт птицы отмечены 25 мая, с 28 мая до начала июня происходил про-

лет [9]. На Сенгейском проливе птицы отмечены 25-31 мая [5], на п-ове Русский Заворот – 11 июня [10], Колоколковой губе – в конце мая – начале июня. Неразмножающиеся птицы в гнездовой период кочуют стаями (до 100 особей и больше) в пределах тундры. Летние кочевки птиц на п-ове Русский Заворот зарегистрированы с 23 июня по 21 июля [6], в устье р. Вельт – с 27 июля по 12 августа, в дельте р. Печора и акватории Коровинской губы – с 23 июня по 15 августа [4]. Откочевка крачек из дельты р. Печора происходит в конце июля, окончательно в сентябре, в устье р. Вельт – начале августа – первой декаде сентября. На побережье Коровинской и Печорской губ мигрирующие молодые птицы (стаи по 25-70 особей) появляются 2-18 августа. Отлет размножающихся птиц из Малоземельской тундры происходит в августе, пик миграции приходится на 11-25 августа. Отдельные особи и небольшие стаи встречаются до 18-21 сентября [6]. В период гнездования их местообитания довольно разнообразны. Крачки обитают на морском побережье, в прибрежной полосе дюн, на песчаных участках вблизи озер и морских заливов, на речных и озерных островах, бугристых осоковых и осоково-моховых болотах.

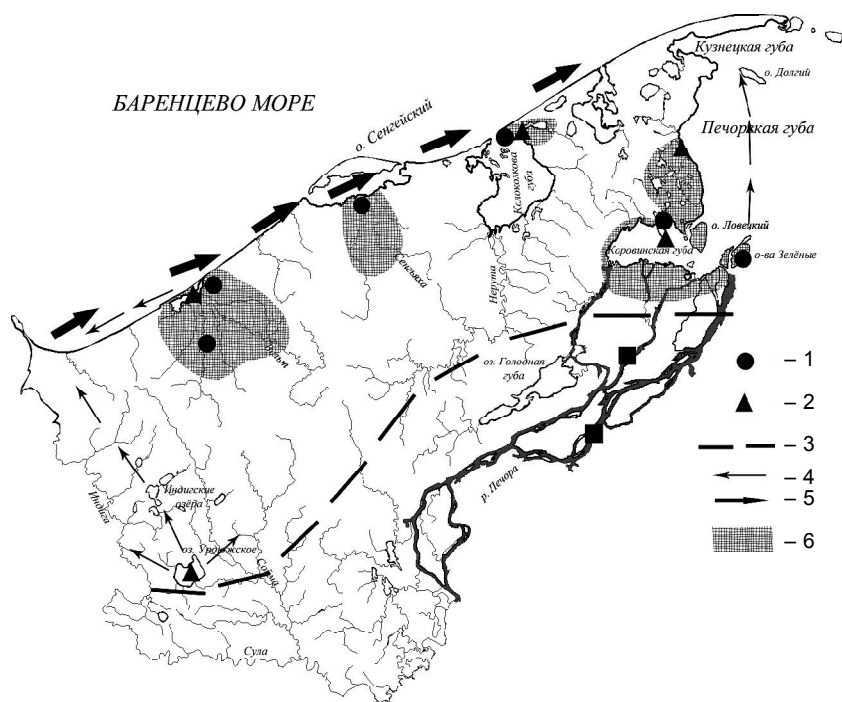
В бассейне р. Индига плотность населения в среднем равна 1.0 особи/км<sup>2</sup> [8], в бассейне р. Вельт в верховьях – 0.17, в среднем течении – 12.7, в низовьях – 1.2 особи/10 км. В холмистой мохово-кустарничковой тундре бассейна р. Вельт плотность на-



селения птиц равна 1.0, в низинной кустарничково-лишайниковой тундре – 0.7 и в мелкоерниковой тундре – 0.45 особи/км<sup>2</sup>. В бассейне р. Нерута плотность населения крачек была равна 1.1 особи/км<sup>2</sup> [7]. В конце 90-х г. XX в. на п-ове Русский Заворот плотность населения полярных крачек в среднем была равна 0.65 особи, в лесотундре – 1.8, в дельте р. Печора – 9.0, на побережье Коровинской губы – 7 осо-

бей/км<sup>2</sup> [10]. В 2000 г. численность крачек в дельте р. Печора составила 3.6 особи/10 км.

К занятию гнездовых биотопов крачки приступают сразу же после прилета в районы гнездования. Гнездятся небольшими колониями (до 70 пар), рассеянными группами (до 10 пар) и отдельными парами. Локализация колонии не всегда постоянна. На побережье Баренцева моря колонии птиц из 6-10 пар были найдены в низовьях рек Икча и Вельт [2], в 2001 г. колонии птиц в этих местах отсутствовали, нами найдены только одиночные пары. В 2004 г. на побережье Баренцева моря недалеко от устья р. Вельт найдена колония из 54 пар. Небольшими поселениями (по 5-20 пар) крачки гнездятся на побережье Сенгейского пролива, п-ове Русский Заворот и Коровинской губе [10]. В 70-х годах XX в. колонии крачек (15-30 гнездовых пар) отмечались в дельте Печоры [1]. При обследовании нами в 2000 г. дельты р. Печора колониальное гнездование крачек не установлено, отмечено лишь одиночное гнездование птиц. На о-ве Санев (Коровинская губа) в 2002 г. гнездовая колония крачек насчитывала 22 пары. На Колоколковой губе (2003 г.) на песчаном плато около мыса Колоколковский Нос найдена колония, насчитывающая 70 гнезд. На остальной территории Малоземельской тундры птицы гнездятся преимущественно группами по пять-шесть пар и поодиночке.



Современное распределение полярной крачки в Малоземельской тундре.  
Условные обозначения: 1 – колониальное гнездование, 2 – скопление кочующих особей, 3 – южная граница гнездового ареала, 4 – направление осенней миграции, 5 – направление весенней миграции, 6 – основные области гнездования.

Гнездовыми биотопами крачкам служат глинисто-песчаные площадки среди песчаных бугров, дюны с редкой осокой, участки песчаного морского побережья, мохово-лишайниковые участки у подножья песчаных бугров, островки среди озер и рек, берега озер, болотистые низины. Несколько недель, иногда месяц спустя после прилета крачки строят несколько гнезд, из которых одно затем используется как основное, остальные используются в течение всего гнездового периода для отдыха взрослых птиц и птенцов. Расстояние между гнездами в колониях 4-10 м, в среднем 8.2 м. Гнездо полярной крачки представляет собой неболь-

Таблица 1

Размеры гнезд полярной крачки

Место	Количество гнезд	Средний размер гнезда, см	
		диаметр	глубина лотка
Остров Санев (Коровинская губа)	22	9.51±1.00 (7-19)	3.92±0.06 (2.0-3.7)
Район устья р. Вельт	54	14.30±0.07 (11-22)	2.45±0.02 (1.5-3.9)

Примечание: в скобках указаны лимиты размеров гнезда.

шое углубление в почве на открытом месте. Размеры гнезда в колониях в различных районах Малоземельской тундры варьируют (табл. 1). В половине гнезд лоток выстилается листьями и веточками карликовой березки, ивы, багульника, сухими злаками, мхом, лишайниками, древесным мусором и другим материалом, найденным на побережье, вплоть до веревки и стекла. В половине осмотренных гнезд выстилка лотка вообще отсутствовала.

Кладки содержат одно-два яйца. В разных районах средний размер кладки существенно не отличается и варьирует от 1.4 в колонии на о-ве Санев до 1.6 яиц на гнездо в колонии на п-ове Русский Заворот. Время откладки яиц в популяции растянуто, в одной колонии птицы размножаются неодновременно. Промежуток между откладкой яиц равен 24-36 ч, иногда больше [10]. На п-ове Русский Заворот массовая откладка яиц происходит с 19 по 30 июня [10], на побережье Сенгейского пролива первые свежие кладки найдены 16 июня [9], в низовьях р. Вельт – 11-12 июня [2] и 10-13 июня в 2004 г., на побережье Колоколковой губы – 25 июня, на о-ве Санев – 5-8 июня. Насиживание начинается с первого яйца и продолжается 22-23 дня, длительность инкубации изменяется в зависимости от погодных и кормовых условий. В насиживании участвуют оба партнера. Первые птенцы появляются в низовьях р. Вельт 11-12 июля, а 22-24 июля все птенцы вылупились из яиц [2]. В том же районе в 2001 г. первые птенцы отмечены 8 июля, в 2004 г. – 3 июля. На побережье Сенгейского пролива пуховички появились 8-10 июля [9], на п-ове Русский Заворот – 11-20 июля [6], на побережье Коровинской губы (мыс Костяной Нос) – 11 июля [1]. На о-ве Санев 4-7-дневные птенцы нами зарегистрированы 25-27 июля. На крыло молодые полярные крачки поднимаются в конце июля – начале августа. В дельте Печоры хорошо летающие молодые крачки наблюдались 7 августа; в низовьях р. Вельт – с 5 августа [2], 27-28 июля 2001 г. и в 2004 г. – 28 июля, на п-ове Русский Заворот – 1-9 августа.

Основу питания полярной крачки составляет молодь сельдевых, сиговых, тресковых, камбаловых и других видов рыб. Кормовые биотопы вида в дельте Печоры – песчаные отмели и пойменные озера. В бассейне р. Вельт стаи крачек (14-50 особей) кормятся на озерах, реках и акватории моря. Одиночные особи добывают корм чаще на старичных озерах и водотоках основного русла реки. На Колоколковой губе кормовые стаи (до 200 особей) крачек следуют за косяком рыбы. Крачки ловят рыбу с поверхности воды или ныряют на небольшую глубину, зависнув на месте. Небольшие группы крачек часто ловят или собирают насекомых с поверхности растений.

Итак, область распространения полярной крачки в Малоземельской тундре гораздо шире ареала гнездования, что обусловлено кочевками

молодых и миграциями неразмножающихся особей. В настоящее время гнездование полярных крачек представлено локальными очагами. Гнездовые колонии вида размещены преимущественно в приморской полосе Баренцева моря. Местообитаниями служат песчаные дюны морского побережья и острова морских заливов. Подобная избирательность местообитаний связана с потенциально богатыми кормовыми ресурсами моря и морских заливов (губы). Одиночное или групповое гнездование птиц на старичах, заболоченных мелкое- и крупноерниковых кустарниковых тундрах, вероятно, обусловлено недостатком кормовых ресурсов, а не мест для устройства гнезд. Распределение полярной крачки в зонально-ландшафтном аспекте можно отнести к арктическо-приморскому виду. Ее численность увеличивается с юга на север и с запада на восток. Таким образом, современное распространение полярной крачки в Малоземельской тундре обусловлено ландшафтными особенностями, экологическими условиями каждого района гнездования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бианки В.В., Краснов Ю.В. Материалы к познанию птиц дельты Печоры (Неворобьиные) // Орнитология, 1987. Вып. 22. С. 148-155.
2. Гладков Н.А. Птицы Тиманской тундры // Сборник трудов государственного зоологического музея МГУ. М., 1951. Т. 7. С. 15-89.
3. Дмоховский А.В. Птицы Средней и Нижней Печоры // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1933. Т. 42, вып. 2. С. 214-242.
4. Минеев О.Ю., Минеев Ю.Н., Накул Г.Л. Динамика летней миграции чайковых птиц в дельте Печоры и Печорской губе // Рус. орнитол. журн., 2003. Т. 12. С. 1450-1457. – (Экспресс-выпуск; № 248).
5. Минеев Ю.Н. Околоводные птицы тундр европейского северо-востока СССР // Фауна и экология птиц и млекопитающих европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1982. С. 29-39.
6. Минеев Ю.Н. Птицы заказника «Ненецкий» (Северо-восток Малоземельской тундры) // Рус. орнитол. журн., 1994. Вып. 3 (4). С. 319-336.

Таблица 2

Размеры яиц полярной крачки

Место	Средний размер яйца, мм
Остров Санев (Коровинская губа) n = 30	39.15±0.60×28.75±0.97 (36.6-43.0×25.0-38.8)
Район устья р. Вельт n = 74	38.90±0.40×28.20±0.19 (34.4-43.6×25.2-29.6)
Полуостров Русский Заворот (Кузнецкая губа) [10]	39.0×29.5 и 39.5×29.0

Примечание: в скобках лимиты размеров яиц.

7. *Минеев Ю.Н., Минеев О.Ю.* Орнитофауна бассейна реки Нерута и Колоколковой губы // Рус. орнитол. журн., 2000. С. 9-16. – (Экспресс-выпуск; № 112).

8. *Минеев Ю.Н., Минеев О.Ю., Рыжов С.А.* К фауне птиц бассейна реки Индиги // Рус. орнитол. журн., 2000. С. 18-23. – (Экспресс-выпуск; № 115).

9. *Михеев А.В.* Материалы к изучению перелетов птиц в СССР // Ученые записки МГПИ. М., 1953. Т. 74. С. 113-146.

10. Птицы. Неворобьиные / *А.А. Естафьев, Ю.Н. Минеев, В.М. Ануфриев* и др. СПб.: Наука, 1999. 285 с. – (Фауна европейского Северо-Востока; Птицы. Т. I, ч. 2).

11. *Brown J.A.H.* On the distribution of birds in North Russia // Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 4, 1877. Vol. 19. № 112. P. 277-290.

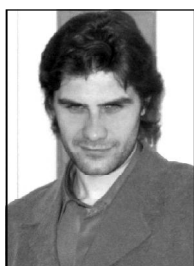
12. *Brown J.A.H.* Sketch of the ornithology of the Lower Pechora // Proc. Nat. Hist. Soc. (Glasgow), 1876 (25 January). P. 44-56.

13. *Seebhom H.* Birds of Siberia. A record of a naturalist visits to the valleys of the Pechora and Yenisei. London, 1901. 512 p.

14. *Seebhom H.* Siberia in Europe. A visit to the valley of the Pechora, in North-East Russia. London, 1880. 312 p.

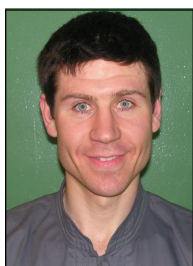
15. *Seebhom H., Brown J.A.H.* Notes on the birds of the Lower Pechora // Ibis. Separ., 1876. P. 1-90.

## ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОРОШКОВЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ



**Д. Тарабукин**  
м.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии  
E-mail: [DVTarabukin@ib.komisc.ru](mailto:DVTarabukin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы:  
*инженерная энзимология, биоконверсия растительного сырья*



**М. Торлопов**  
м.н.с. лаборатории химии растительных полимеров Института химии Коми НЦ УрО РАН  
E-mail: [matorlopov@mail.ru](mailto:matorlopov@mail.ru)

Научные интересы:  
*химия растительных биополимеров*



д.б.н. **В. Володин**  
зав. лабораторией биохимии и биотехнологии  
E-mail: [volodin@ib.komisc.ru](mailto:volodin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы:  
*биологически активные вещества растений, биотехнология*



к.х.н. **А. Донцов**  
н.с. этой же лаборатории  
E-mail: [dontsov@ib.komisc.ru](mailto:dontsov@ib.komisc.ru)

Научные интересы:  
*физико-химические методы выделения и очистки ферментов*

В литературе описаны многочисленные методы ферментного гидролиза целлюлозы и целлюлозосодержащего сырья. Большинство работ в этой области посвящено гидролизу целлюлозы до низкомолекулярных продуктов (глюкозы, целлобиозы) [1, 2]. Между тем, представляет интерес направленная деструкция целлюлозы и продуктов ее структурной и химической модификации до фрагментов с заданной молекулярной массой. Полученные таким образом материалы могут быть использованы в нанотехнологиях и биохимических исследованиях [3]. Для направленной деструкции целлюлозы перспективно совмещение химических и биохимических методов. На первом этапе такого комплексного подхода удобно сначала получать порошковую целлюлозу (ПЦ) путем химического воздействия на волокнистое сырье, а затем целенаправленно осуществлять ферментативную деструкцию этого материала. Цель настоящей работы – изучить влияние способа химического воздействия на

структуру ПЦ, полученных из различного целлюлозосодержащего сырья, и их последующую реакционную способность к ферментативному гидролизу.

В качестве объектов исследования были использованы ПЦ, полученные методами гидролиза целлюлозы перекислотами и обработки целлюлозы кислотами Льюиса в апротонных растворителях, а также коммерческий препарат хлопковой микрокристаллической целлюлозы согласно ТУ 64-11-124-90 (см. таблицу).

В ходе ферментативной обработки для образцов ПЦ 3 и 4 отмечена наиболее значительная скорость накопления восстанавливающих сахаров (ВС) в начальный период реакции, однако после 6 ч ферментативной обработки скорость накопления ВС значительно снизилась и далее изменялась незначительно (рис. 1). Было предположено, что происходит сильное ингибирование ферментов продуктами реакции, однако после того, как к непрогидролизованым промы-

тым остаткам образцов ПЦ 3 и 4 после 15 ч гидролиза был добавлен свежий ферментный раствор в том же объеме, значительной скорости накопления ВС не происходило. Отмечено, что и для остальных образцов скорость накопления ВС уменьшается после 6 ч обработки.

Как отмечено многими авторами [1], важной характеристикой при гидролизе целлюлозы является способность целлюлолитических ферментов адсорбироваться на поверхности нерастворимого субстрата, причем существует прямо пропорциональная зависимость между адсорбционной способностью и скоростью ферментативной реакции.

Исследование адсорбционной способности образцов ПЦ выявило следующие результаты: образец 7 при самой низкой реакционной способности обладал наибольшей сорбционной способностью; образец 6, полученный, как и 7, обработкой целлюлозы льна перуксусной кислотой, однако при меньшей длительности обра-

ботки, уступал по сорбционной способности исходной целлюлозе льна. В то же время образцы ПЦ 3 и 4 при высокой реакционной способности практически не сорбировали целлюлазы.

ВЭЖХ-анализ сахаров гидролизатов образцов показал, что в состав ВС ПЦ 1 входит главным образом глюкоза и целлобиоза при незначительном содержании ксилозы (рис. 2А). Восстанавливающие сахара ферментативных гидролизатов ПЦ, полученных действием кислот Льюиса, характеризуются большим содержанием ксилозы. В полученных гидролизатах также присутствует значительное количество глюкозы, в то же время целлобиоза обнаружена лишь среди ВС ПЦ 3 (рис. 2Б), что говорит об очень незначительном или полном отсутствии действия целлобиогидролазы на образец ПЦ 4 (рис. 2В). Для ПЦ 5 отмечено на-

личие лишь глюкозы и целлобиозы (рис. 2Г). Преобладающим восстанавливающим сахаром в гидролизатах ПЦ из льна является целлобиоза, причем ее доля возрастает для ПЦ 7 полученной более продолжительным действием перуксусной кислоты.

Таким образом, выявлена связь между особенностями строения порошковых целлюлоз, полученных с использованием модифицирующих агентов различной природы, и их способностью к ферментативной деструкции. При получении ПЦ каталитической

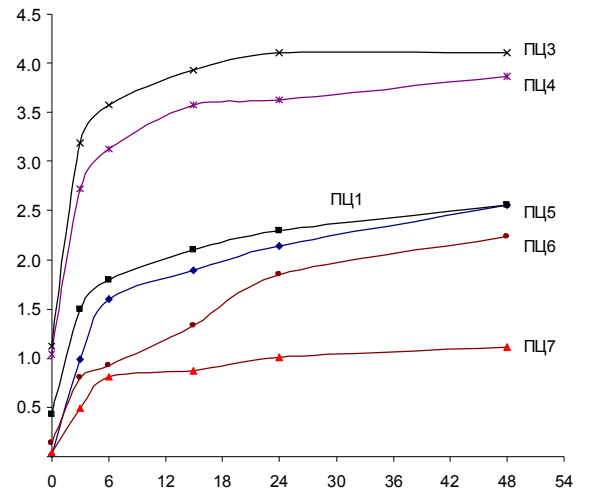


Рис. 1. Накопление восстанавливающих сахаров (ВС) в процессе ферментативного гидролиза порошковых целлюлоз (ПЦ).

По оси абсцисс – время гидролиза, ч.  
По оси ординат – содержание ВС, мг.

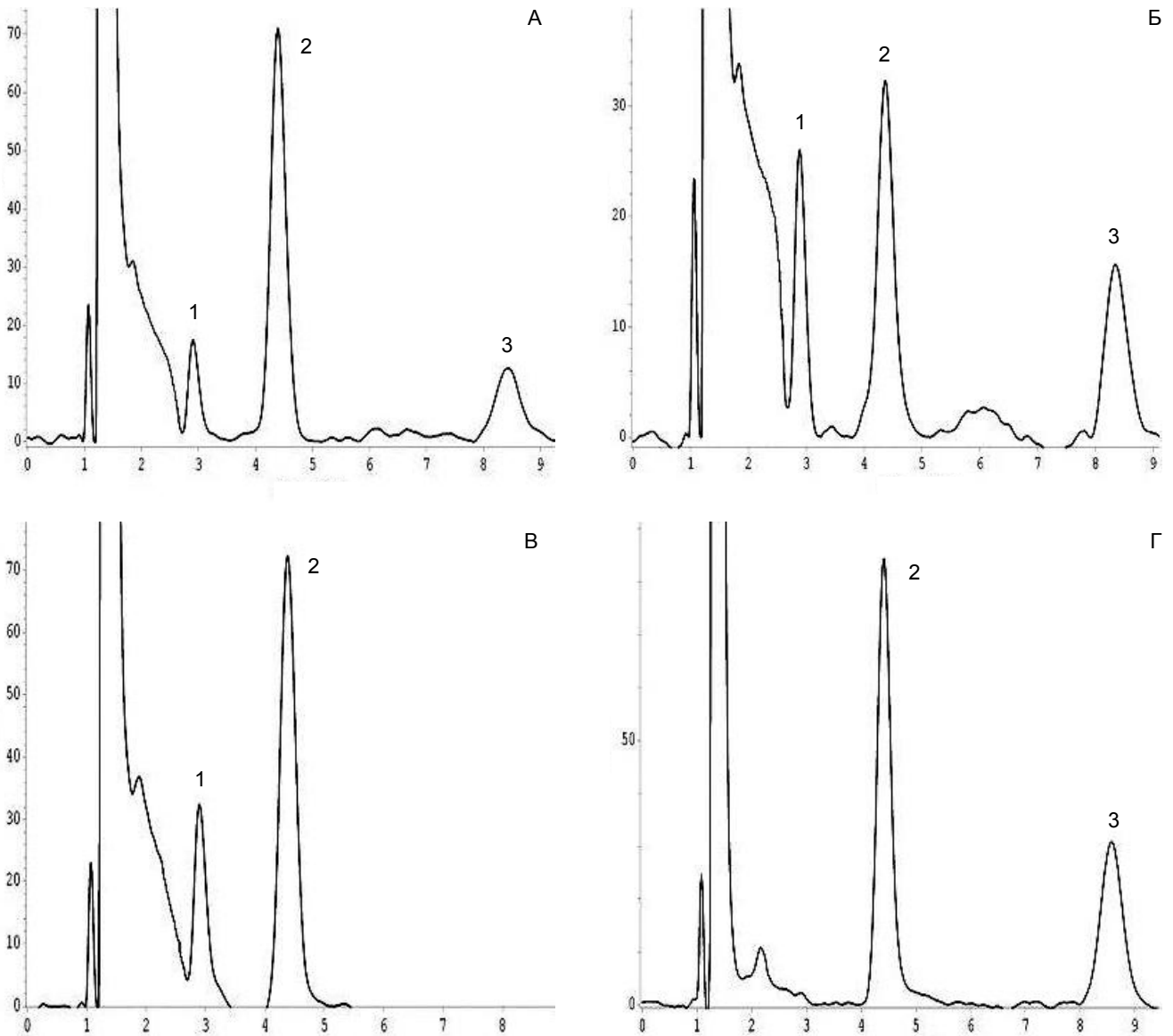


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма гидролизатов порошковых целлюлоз. Условия: детектор рефрактометрический Smartline 2300, колонка 150×3 мм, сорбент Sepharon SGX NH<sub>2</sub> 7 мкм, элюент ацетонитрил/ацетатный буфер (0.002 М, pH 5.0) 80:20 об.%, скорость подачи элюента 1 см<sup>3</sup>/мин. Условные обозначения: 1 – ксилоза, 2 – глюкоза, 3 – целлобиоза.

Условия получения и свойства порошковых целлюлоз

Порядковый номер образца	Исходная целлюлоза	СП <sub>ср</sub> исходного субстрата	Деструктирующий агент и условия деструкции	СП <sub>ср</sub> после дуструкции	I <sub>кр</sub> (ИКС)	I <sub>кр</sub> (РФА)
1	Лиственная	520	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 120 мин.	240	0.72	0.70
2		520	0.1 % TiCl <sub>4</sub> в CCl <sub>4</sub> , 10 мин.	180	–	0.54
3		520	1.5 % TiCl <sub>4</sub> в CCl <sub>4</sub> , 60 мин.	260	0.12	0.15
4		520	0.1 % AlCl <sub>3</sub> в CCl <sub>4</sub> , 60 мин.	210	0.00	0.00
5а	Хлопковая	–	HCl	230	0.86	0.88
6б	Льняная	>10000	CH <sub>3</sub> COOH-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 2 ч	330	0.74	0.84
7б		>10000	CH <sub>3</sub> COOH-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 4 ч	300	–	0.82

Примечание: а – коммерческий образец; б – значения СП<sub>ср</sub> приведены по данным литературы [4]. Проверк – не определяли.

деструкцией кислотами Льюиса происходит значительная модификация исходной целлюлозы. Изменения тем глубже, чем интенсивней обработка кислотой Льюиса. При этом надо учитывать не только концентрацию кислоты Льюиса и продолжительность обработки, но и более активное действие AlCl<sub>3</sub>. В свою очередь, накопленные изменения в структуре целлюлозы влияют на процесс ферментного гидролиза. Так, разрушение упорядоченных участков и другие процессы, увеличивающие доступность внутренних областей материала, являются причинами, объясняющими высокие

скорости накопления ВС при ферментативном гидролизе этих ПЦ.

После разрушения доступных реакционноспособных участков оставшаяся часть целлюлозы, претерпевшая химическую модификацию в процессе обработки кислотами Льюиса, проявляет «инертность» к воздействию ферментного комплекса. Несмотря на то, что ПЦ, полученные продолжительным воздействием пероксиуксусной кислоты, обладают высокой адсорбционной способностью по отношению к целлюлазам, они оказались наиболее устойчивы к ферментативному гидролизу.

Продукт ферментативной обработки порошковых целлюлоз, полученных с использованием кислот Льюиса, может быть использован для изготовления материалов, устойчивых к биодеструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клесов А.А. Биохимия и энзимология гидролиза целлюлозы // Биохимия, 1980. Т. 55. № 10. С. 1731-1765.
2. Beguin P., Aubert J.P. The biological degradation of cellulose // FEMS Microbiol. Rev., 1994. Vol. 13. P. 25-28.
3. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург, 1998. 198 с.
4. Льноводство / Под ред. А.Р. Рогаш. М., 1967. 583 с.



**Галина Гуммаровна Мажитова**  
19.12.1951–22.02.2009

**УТРАТЫ**

22 февраля 2009 г. после тяжелой болезни ушла из жизни старший научный сотрудник лаборатории генезиса, географии и экологии почв отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ Уро РАН **Галина Гуммаровна Мажитова**.

В расцвете творческих сил оборвалась жизнь Галины Гуммаровны – одного из ведущих исследователей мерзлотных почв Арктики и Субарктики, крупного ученого, талантливого организатора комплексных международных исследований на территории Республики Коми.

В Институт биологии Галина Гуммаровна пришла в 1995 г. уже сложившимся специалистом. После окончания географического факультета Ленинградского государственного университета она три года работала по распределению в должности инженера-исследователя в институте «Псковгипроводхоз» (г. Псков), затем в 1979 г. поступила в очную аспирантуру Института биологических проблем Севера ДВО РАН в г. Магадан по специальности «почвоведение». Успешно защитила кандидатскую диссертацию в 1984 г. и активно работала вплоть до 1995 г. в Институте биологических проблем Севера ДВО РАН.

Начиная с 1995 г., Галина Гуммаровна всю свою энергию, знания, опыт направила на изучение естественной и антропогенной динамики мерзлотных почв и деятельного слоя мерзлоты в зависимости от типа мерзлоты в условиях меняющегося климата. Ею был проведен анализ изменения запасов почвенного углерода вдоль основных природных градиентов на северо-востоке европейской России; выявлен тренд увеличения мощности деятельного слоя в последнее десятилетие; количественно оценена сопутствующая осадка поверхности, смоделирован отклик на дальнейшее потепление климата; дана характеристика термических режимов тундровых почв и их отклик на изменение землепользования.

Значительный вклад внесла Галина Гуммаровна в создание почвенной базы данных для Республики Коми, ею созданы почвенная ГИС для бассейна р. Уса и на всю Республику Коми в формате ArcInfo/ArcView.

Галина Гуммаровна – уникальный специалист: почвовед, географ, ботаник, картограф, великолепно владеющий английским языком. По контракту с Департаментом сельского хозяйства США ею выполнен перевод на русский язык монографии «Ключ к таксономии почв» с приложением составленного толкового словаря терминов. Она принимала участие и была организатором многих международных экспедиций, работавших не только на территории России, но и за рубежом (Норвегия, Финляндия, Швеция, Аляска и т.д.)

Галина Гуммаровна была активным членом, а затем – сопредседателем Международной рабочей группы по мерзлотным почвам IUSS/IPA и в качестве делегированного представителя группы участвовала в разработке международной классификации почв.

Обаятельная женщина, эрудированный собеседник, высококвалифицированный специалист, талантливый ученый... Память о Галине Гуммаровне надолго останется в сердцах всех, кто знал ее и работал с ней.

Мы скорбим о невозвратимой, безвременной потере и выражаем глубокое соболезнование родным и близким Галины Гуммаровны.

Коллеги и сотрудники Института биологии



**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ГОРОДА СЫКТЫВКАР**

к.г.н. **Д. Каверин**  
 н.с. отдела почвоведения  
 E-mail: [dkav@ib.komisc.ru](mailto:dkav@ib.komisc.ru), тел. (8212) 24 51 15

Научные интересы: *генезис, география и классификация почв*

Естественный почвенный покров г. Сыктывкар и окрестностей имеет черты, характерные для подзоны типичных подзолистых почв средней тайги [3]. Естественные почвы этой территории являются достаточно хорошо изученными [1]. Антропогенно-преобразованные почвы, формирующиеся непосредственно в черте города, исследованы слабо. На территории города практически не остается почв как естественного продукта. Почвы являются одним из компонентов природной среды, в наибольшей степени испытывающими антропогенную нагрузку. В пределах города формируются почвы различной степени трансформации, а в отдельных участках и вовсе отсутствуют.

Цель работы заключалась в изучении морфологического строения и основных физико-химических свойств основных типов антропогенно-преобразованных почв г. Сыктывкар, выявление особенностей формирования и трансформации почв в условиях города.

В пределах Сыктывкара нами было рассмотрено шесть типичных почвенных профилей. Номенклатура исследуемых профилей дана в соответствии с классификацией городских почв, разработанной М.Н. Строгановой и др. [2]. Изученные профили: № 1. Урбодерновая пахотная:  $A_1-A_1B-B_1-B_2-C$ , сформированная на заброшенной в 2006 г. пашне ботанического сада КГПИ; № 2. Урбодерновая слабоподзолистая:  $A_1-A_1B-A_2B-B_1-B_1A_2-B_2-C$ , почва сформировалась под сосновым насаждением в Мичуринском парке; № 3. Урбанозем:  $A-A_1U-U_1-U_2-Cu-C$ , профиль заложен на участке в 20 м к северу от комплекса гаражей Коми НЦ, в напочвенном покрове травы; № 4. Экранозем слоистый:  $Iacsf-II-III-IV-V-VI-Cu$  под асфальтовым покрытием (ул. Морозова); № 5. Индустриезем слоистый на погребенной подзолистой почве:  $A_1-U_1-U_2-U_3-U_4-U_5-U_6-U_7-A_T-A_2'-B'$ . Почва сформировалась на насыпном массиве в зоне выброса пара Сыктывкарского ЛПК, в напочвенном покрове травы; № 6. Реплантозем:  $A_T-U-U_1-CU$ . Разрез заложен в пределах дворовой территории дома, построенного в 2006 г. (Сысольское шоссе), в напочвенном покрове травы.

В соответствии с классификацией городских почв [2], исследуемые профили подразделяются на основные группы: 1. Антропогенно-поверхностно-преобразованные почвы (урбо-почвы), сочетающие горизонт «урбик» (специфический горизонт с урбо-антропогенными включениями) мощностью до 50 см и ненарушенную среднюю и нижнюю части профиля (профили № 1 и 2). 2. Антропогенно-глубоко-преобразованные почвы, образующие группу собственно городских почв – урбаноземов, в которых урбиковый горизонт имеет мощность более

50 см. Эти почвы формируются на культурном слое или на насыпных, намывных и перемешанных грунтах (профили № 3 и 5). 3. Почвоподобные тела: а) экраноземы (№ 4) – почвоподобные тела, формирующиеся под асфальтобетоном или другим дорожным покрытием; б) реплантоземы (№ 6) – почвогрунты, состоящие из маломощного гумусового горизонта, нанесенного на поверхность рекультивируемой породы.

В морфологическом строении городских почв в верхней части профиля обычно формируется гумусово-аккумулятивный горизонт. Ниже образуется комплекс антропогенно-трансформированных горизонтов, подстилаемый слабоизмененной материнской породой. Для профилей характерно большое количество антропогенных включений, которое уменьшается с глубиной, часто встречается литологическая неоднородность (слоистость) профиля.

По физико-химическим свойствам городские почвы существенно отличаются от природных аналогов. Наиболее низкие показатели  $pH_{KCl}$  характерны для антропогенно-поверхностно-преобразованных почв (№ 1 и 2). При этом верхние горизонты данных почв являются менее кислыми, что связано с привнесением удобрений в пахотной почве и поступлением травянисто-лиственного опада в верхние горизонты слабоподзолистой почвы парка. Почва парка оказалась наиболее кислой ( $pH_{KCl}$  около 4). Кислотность нижних нетрансформированных горизонтов в целом не отличается от таковой ненарушенных подзолистых почв.  $pH_{KCl}$  глубоко-преобразованных городских почв варьирует в интервале 6.5-8.0, что существенно выше показателей первых двух профилей (см. таблицу). Относительно высокая щелочность урбаноземов связывается с поступлением в них хлоридов кальция и натрия в результате разрушения бытового и строительного мусора. Травя-

**$pH_{KCl}$  и содержание углерода (%) в антропогенно-преобразованных почвах г. Сыктывкар**

Разрез	Горизонт	Глубина, см	$pH_{KCl}$	C, %
№ 1. Урбодерновая пахотная на покровном суглинке	$A_1$ (пах.)	0-25	4.9	1.2
	$A_1B$	25-37	5.0	1.0
	$B_1$	37-52	4.7	0.4
	$B_2$	52-70	4.2	0.3
	C	70-110	4.1	0.2
№ 2. Урбодерновая слабоподзолистая на покровном суглинке	$A_1$	0-8	4.3	1.8
	$A_1B$	8-25	4.1	0.8
	$A_2B$	25-42	4.0	0.2
	$B_1$	42-52	4.0	0.2
	$B_1A_2$	52-60	4.0	0.1
	$B_2$	60-80	3.9	0.1
	C	80-100	4.1	0.1

Окончание таблицы

Разрез	Горизонт	Глубина, см	pH <sub>KCl</sub>	C, %
№ 3. Урбанозем на культурном слое	A <sub>1</sub>	0-6	6.8	2.3
	A <sub>1</sub> U	6-13	7.3	1.4
	U <sub>1</sub>	18-40	7.4	1.5
	U <sub>2</sub>	40-80	7.5	1.1
	Ch	80-105	6.9	1.0
	C	105-120	6.6	0.2
№ 4. Экранозем слоистый на насыпном гравии и песке под асфальтом	II	10-13	7.6	0.9
	III	13-20	8.0	0.9
	IV	20-28	7.9	0.6
	V	28-35	8.1	0.4
	VI	35-50	7.5	0.6
	Cu	50-95	8.1	0.1
	№ 5. Индустриезем слоистый на погребенной подзолистой почве	A <sub>1</sub>	0-3	6.9
U <sub>1</sub>	3-19	7.4	0.3	
U <sub>2</sub>	19-32	7.4	0.2	
U <sub>3</sub>	32-45	7.5	0.4	
U <sub>4</sub>	45-56	7.3	0.5	
U <sub>5</sub>	56-58	7.1	2.1	
U <sub>6</sub>	58-70	7.6	1.1	
U <sub>7</sub>	70-84	7.1	1.1	
AT'	84-86	6.6	10.2	
A <sub>2</sub> '	86-91	7.2	0.4	
B'	91-100	7.0	0.4	
№ 6. Реплантозем на торфе, подстилаемом песком	A <sub>1</sub> U	0-8	7.0	0.2
	U <sub>2</sub>	8-10	7.9	0.2
	U <sub>3</sub>	10-45	6.5	0.2

нистая растительность, обильно произрастающая на многих урбаноземах, подтверждает вывод о том, что повышение кислотности до значений, близких к нейтральным, благоприятствует росту большинства растений и активности микроорганизмов.

Содержание органического углерода в городских почвах варьирует и зависит от его концентрации в

исходном субстрате, применения удобрений, содержания мусора и т.д. Как правило, концентрация органических веществ в городских почвах выше, чем в фоновых. Максимальные количества углерода (до 10 %) обнаружены в техноземе (№ 5) около Сыктывкарского ЛПК, при этом внутрипрофильные максимумы обнаруживаются в гумусово-аккумулятивном A1 и погребенном торфянистом At' горизонтах (см. таблицу). Содержание углерода в урбаноземе (№ 3) варьирует в пределах 1-2 %, постепенно уменьшаясь с глубиной. Почвоподобные тела отличаются незначительным содержанием углерода: реплантозем – 0.2 % и экранозем – 0.1-0.8 %. Поверхностно-преобразованные почвы показывают низкое содержание углерода, сопоставимое с природными почвами, в пределах нижней и средней частей профиля, в верхних горизонтах количество гумуса возрастает.

В целом, городские почвы – это специфические образования, сформированные и функционирующие в условиях повышенной урбоантропогенной нагрузки и не имеющие аналогов в природной среде. Классификация, разработанная изначально для городских почв центральных регионов России, в полной мере применима для антропогенно-трансформированных профилей г. Сыктывкар. Мы полагаем, что данная работа является лишь начальным этапом исследования городских почв Сыктывкара, изучение которых будет продолжаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Забоева И.В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.
2. *Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В.* Городские почвы: генезис, классификация, функции // Почва. Город. Экология / Под ред. Г.В. Добровольского. М., 1997. С. 15-85.
3. *Природа Сыктывкара и окрестностей.* Сыктывкар, 1972. 141 с.

*Сердечно поздравляем всех сотрудников Института с Днем защитника отечества и желаем здоровья, успешной работы и всего самого наилучшего!*

*Сердечно поздравляем всех с наступающим первым весенним праздником и желаем здоровья, успешной работы и всего самого наилучшего!*





**ЗООБЕНТОС КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ**



**д.б.н. В. Шубина**  
 в.н.с. отдела экологии животных  
 E-mail: [vshubina@ib.komisc.ru](mailto:vshubina@ib.komisc.ru)  
 тел. (8212) 43 63 84



**М. Черезова**  
 вед. инженер этого же отдела  
 E-mail: [cherezova@ib.komisc.ru](mailto:cherezova@ib.komisc.ru)

Научные интересы: *экология, зообентос, гидробиологический мониторинг*

В 2002 г. санитарная служба при Коми республиканской рыбинспекции обратилась в лабораторию ихтиологии и гидробиологии Института биологии с просьбой оценить с помощью биологических данных экологическое состояние водотоков, испытывающих загрязнение сточными водами с территории локомотивного депо станции Микунь Сосногорского отделения Северной железной дороги Республики Коми. Биологический анализ в сравнении с гидрохимическим считается более достоверным и имеет решающее значение при оценке состояния водоема и контроле качества воды [2]. В качестве показателей экологического состояния текучих вод надежны сообщества донных беспозвоночных (зообентос), стабильно локализующиеся в определенных биотопах в течение длительного времени. Бентосные сообщества особенно чувствительны к различным загрязнениям водоемов, так как концентрация загрязняющих веществ происходит в наибольшей степени в придонном слое воды. Оценочные биологические методы контроля речных вод базируются на анализе качественного состава, показателей обилия и биомассы зообентоса, наличия, либо отсутствия видов-индикаторов, характерных для разной степени загрязнения водотоков.

Отбор проб бентоса был произведен 11 июля 2002 г. на двух небольших равнинных водотоках, расположенных в бассейне Вычегды: руч. Чая (ширина ручья в пунктах отбора проб – 1-2 м) и р. Шежамка (ширина 5-10 м), в которую впадает руч. Чая. Исследованные участки ручья с его мелководностью (глубина 0.3-0.4 м), слабой проточностью (0.1 м/с) и, следовательно, весьма незначительным разбав-

лением поступающих в него сточных вод, испытывают сильный антропогенный пресс, обусловленный постоянным сбросом в него грязных вод с наличием нефтепродуктов с территории локомотивного депо станции Микунь. Об этом свидетельствует неприятный специфический запах воды и грунта из руч. Чая, визуальное отмечено присутствие пленки нефтепродуктов на поверхности воды, грунтов и по берегам ручья (фото 1). В руч. Чая даже в 100 м выше впадения руч. Безымянный, по которому поступают сточные воды с территории депо, в донных отложениях содержатся нефтепродукты. По данным химического анализа воды, в руч. Чая установлено превышение ПДК для рыбохозяйственных целей по нефтепродуктам в 45-61 раз, а в поступающих сточных водах – в 419 раз [3].

Грунт руч. Чая в районе сброса грязных стоков – заиленная глина, несколько ниже по течению, в районе автодороги, – мелкая галька с черного цвета «войлоком» из нитчатых водорослей, маслянистым на ощупь, сильно пропитанным нефтепродуктами. В ручье, в 40 м ниже автодороги, обнаружены большие запасы техногенного ила с повышенной концентрацией нефтепродуктов. Известно, что водные растения накапливают в тканях различные компоненты загрязнения вод. После отмирания растений значительная часть загрязнителей поступает в грунт и становится источником вторичного загрязнения водоема, другая часть адсорбируется донными гидробионтами (моллюсками, ракообразными и др.) и снова включается в трофическую цепь.

В р. Шежамка (фото 2) грунты (песок, мелкая галька) относительно чистые, для них характерны



Фото 1. Ручей Чая – приемник грязных сточных вод с территории локомотивного депо станции Микунь.



Фото 2. Речка Шежамка в районе автомобильного моста у с. Айкино.

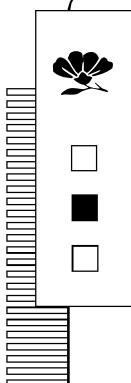
обрастания из нитчатых водорослей, в качестве эпифитов встречены в небольшом количестве диатомовые водоросли и мох.

Бентос руч. Чая находится под сильным воздействием стоков поллютантов с территории локомотивного депо, что отражается на населении водоема и его санитарном состоянии. В руч. Чая в 100 м выше сброса грязных сточных вод доминирует аргиллореофильный биоценоз (биоценоз глины на речной струе). В его составе зарегистрировано семь групп донных беспозвоночных: Nematoda, Oligochaeta, Mollusca, Copepoda, Ephemeroptera, Hemiptera, Chironomidae. Среди поденок установлены роющие формы личинок (*Ephemera* sp.), среди моллюсков – виды рода *Pisidium*, использующие глину в качестве субстрата для поселения, из копепод здесь зарегистрированы *Macrocyclus albidus*. Численность и биомасса бентоса невысокие, они на порядок ниже таковых на глинистых грунтах в других реках России [1]. В руч. Чая в районе непосредственных сбросов сточных вод с территории депо и даже в 100 м ниже этих сбросов на заиленной глине донные гидробионты вообще не отмечены: они в этих пунктах отравлены избытком нефтепродуктов. Не отличался особым разнообразием зообентос руч. Чая и в районе автомобильной дороги, здесь установлено всего лишь четыре группы донных беспозвоночных: Mermithidae, Oligochaeta, Copepoda, Ceratopogonidae. По численности и биомассе доминируют малоцетинковые черви (см. таблицу). В 40 м ниже автодороги в бентосе на техногенных илах ручья помимо указанных групп бентоса выявлены хирономиды. На дне руч. Чая, находящегося под влиянием загрязнений сточных вод, на фоне исчезающей типичной ручьевого фауны образуются массовые скопления малоцетинковых червей полисапробов-лимнодрилов из семейства Tubificidae. Их численность составляет здесь более 7 тыс. экз./м<sup>2</sup> и расценивается как показатель загрязнения, а участок ручья в этом районе относится к сильно загрязненной – полисапробной зоне. На долю олигохет в бентосе руч. Чая в районе автодороги и в 40 м ниже ее приходится 56-86 % общей численности донного населения и 81-98 % общей биомассы (см. таблицу).

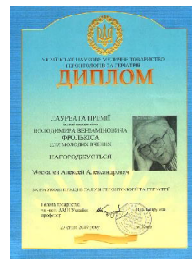
Донное население р. Шежамка в сравнении с бентосом руч. Чая более разнообразно. В его составе идентифицировано 17 групп донных беспозвоночных: Nematoda, Mermithidae, Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca, Ostracoda, Cladocera, Harpacticoida, дру-


гие Copepoda, Hydracarina, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Ceratopogonidae, Chironomidae, Diptera n/det. По численности и биомассе доминируют моллюски рода *Sphaerium*, олигохеты и личинки хирономид. Отмечены единичные находки личинок ручейников (*Asynarchus* sp., *Athripsodes bilineatus*) и веснянок. В составе копепод здесь присутствуют *Macrocyclus albidus*, *Paracyclus fimbriatus*, *Eucyclops serrulatus*, Harpacticoida – *Attheyella crassa* (определение Е.Б. Фефиловой). На отдельных участках р. Шежамка обращает на себя внимание высокая численность (до 2 тыс. экз./м<sup>2</sup>) мермисов, наиболее крупных из водных круглых червей (Nematoda), длиной 5-15 мм, которые паразитируют в личинках водных насекомых и ракообразных, но часть своего жизненного цикла проводят свободно на дне реки. Вблизи от впадения руч. Чая показатели численности и биомассы бентоса в р. Шежамка невысокие, в районе автомобильного моста они возрастают (см. таблицу).

Исследованные нами малые водотоки в связи с малой инерцией в своем режиме чрезвычайно чутко реагируют на любые изменения на их водосборе и на воздействия различных внешних факторов. Высокие показатели содержания малоцетинковых червей в общем бентосе, по классификации Гуднайт и Уитлея [4], свидетельствуют об экологически неблагоприятном состоянии водотоков. Мощный антропогенный пресс, который испытывает руч. Чая, являясь в течение многих лет приемником сточных вод с содержанием нефтепродуктов с территории локомотивного депо, обуславливает высокий уровень загрязнения этого ручья. Наши материалы свидетельствуют о том, что наблюдается резкое ухудшение экологических условий обитания донной фауны и ее качественное обеднение как на водосборе, так и в самом ручье. Ручей Чая по результатам биологического анализа проб донного населения относится к разряду водоемов экологического кризиса и экологического бедствия. Его загрязнение сказывается и на бентосе р. Шежамка, куда руч. Чая несет свои воды. На это указывает сравнительно высокая доля (20-40 %) олигохет в общей численности и биомассе зообентоса р. Шежамка (см. таблицу). По качеству воды исследованный участок р. Шежамка можно отнести к β-меза-сапробной зоне, руч. Чая – к полисапробной зоне. Сложившаяся напряженная экологическая ситуа-



## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ





доктору биологических наук  
**Алексею Александровичу Москалеву,**  
 ставшему лауреатом премии им. академика В.В. Фролькиса для молодых ученых Украинской академии медицинских наук за научные достижения в области геронтологии и гериатрии.

Желаем дальнейших творческих успехов и побед!

Коллектив Института биологии

Зообентос исследованных водотоков, 2002 г.

Пункт взятия проб	Количество групп бентоса	Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Доминирующая группа (доля, %)	
				по количеству	по биомассе
Ручей Чай					
Место сброса стоков с территории депо 100 м выше	7	0.94	2.13	Oligochaeta (18.6) Mollusca (18.6) Chironomidae (51.4)	Oligochaeta (17.0) Mollusca (55.7) Ephemeroptera (18.9)
100 м ниже	0	0	0	0	0
В районе автодороги	4	0.10	0.04	Oligochaeta (55.6) Ceratopogonidae (22.2)	Oligochaeta (81.3) Copepoda (10.6)
40 м ниже	5	8.48	7.84	Oligochaeta (85.7) Mermithidae (9.8)	Oligochaeta (98.0)
Река Шежамка					
Район водокачки, берег правый	10	0.67	2.95	Oligochaeta (20.0) Mollusca (38.3) Chironomidae (15.0)	Mollusca (76.3) Trichoptera (9.6)
левый	13	4.14	0.96	Mermithidae (43.4) Oligochaeta (28.4) Chironomidae (22.2)	Mermithidae (10.5) Oligochaeta (37.5) Diptera n/det. (36.4)
100 м ниже автомобильного моста у с. Айкино, берег левый	14	10.84	5.23	Oligochaeta (30.6) Copepoda (10.0) Ephemeroptera (9.1) Chironomidae (35.5)	Oligochaeta (22.2) Ephemeroptera (17.0) Chironomidae (22.5) Diptera n/det. (16.3)
правый	12	1.03	6.22	Oligochaeta (20.4) Mollusca (15.0) Ephemeroptera (16.1)	Oligochaeta (23.2) Mollusca (64.3) Ephemeroptera (10.7)

ция на руч. Чай и в его пойме должна заставить хозяев депо серьезно задуматься.

Проблемы устойчивого экологического и социально-экономического развития и существования любого района Республики Коми на современном этапе тесно взаимосвязаны с решением вопросов охраны и реабилитации окружающей среды. Рассмотрение этих вопросов не является самоцелью – без их решения сегодня дальнейшее устойчивое существование и развитие территории выглядит проблематичным. Одних только запретов и правительственных мероприятий недостаточно, чтобы избежать загрязнения водоемов, необходимо ввести в действие экономические и правовые рычаги. Полученные нами материалы гидробиологических исследований водотоков, испытывающих загрязнение сточными водами, помогли санитарной службе при

Коми республиканской рыбинспекции выиграть дело в суде против локомотивного депо станции Микунь, которое было оштрафовано.

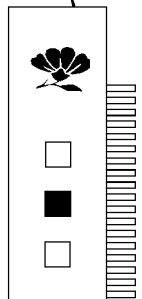
ЛИТЕРАТУРА

1. Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М., 1961. 600 с.
2. Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 280 с.
3. Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий из ручья Чай в районе станции Микунь Северной железной дороги Республики Коми. Сыктывкар, 2002. 13 с. – (ФГУП НИПИИ «Комимелиоводхозпроект»).
4. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf., 1961. Vol. 106. P. 139-142.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ



кандидату биологических наук **Михаилу Вячеславовичу Шапошникову** с получением Благодарственного письма Отделения биологических наук РАН за радиационно-генетические исследования по теме «Роль молекулярно-генетических механизмов стресс ответа в формировании отдаленных последствий облучения на уровне целого организма».



Желаем дальнейших творческих успехов и побед!

Коллектив Института биологии



**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГРАНИЦЫ АРКТИКИ: ЭПОХА АРКТИКИ»**

к.б.н. **О. Минеев**

Международная конференция «Arctic Frontiers: The Age of the Arctic» («Границы Арктики: Эпоха Арктики») проходила в г. Тромсё (Норвегия) с 18 по 23 января 2009 г. Два предыдущих совещания (2007 и 2008 г.) также проходили в этом же городе в зимнее время.

Тромсё – город северной Норвегии, расположенный на небольшом островке около о-ва Сёр-Квалёв в Норвежском море. Он является административным центром фюльке Тромс и насчитывает примерно 65 тыс. жителей. Тромсё – важный рыболовный порт и центр рыбообрабатывающей промышленности, здесь также располагаются металлообрабатывающие предприятия. Город имеет древнюю историю – на его территории были обнаружены древние поселения саами. Многочисленные гористые острова, покрытые лесотундровой растительностью, прозрачная голубовато-зеленая вода лагун и заливов делают этот край необычайно экзотическим и привлекательным, несмотря на суровые заполярные условия. Поневолле проникаешь уважением к жителям этой страны, которые живут в достатке и радуются жизни, где «...на камнях растут деревья...».

Основные направления работы конференции были обсуждены на политической и научной сессиях. Политическая сессия включала стратегические направления: Эпоха Арктики: новые возможности и вопросы; Управление морями Арктики; Управление Ледовитым (Арктическим) океаном. Научная сессия содержала следующие направления: Морские экосистемы Арктики в эру быстрого изменения климата; Руководство Арктическим океаном; Глобальное потепление и соотношение Арктики и Субарктики; Глобальное потепление и изменения, происходящие каждые 10 лет в Арктике; Глобальное потепление и трофическая структура морских экосистем Арктики; Динамика питания в море в эру изменения климата; Океан – морской лед – воздействие атмосферы в экосистемах с преобладанием льда.

В совещании приняли участие около 470 человек из 20 различных стран мира: Англии, Бельгии, Германии, Дании, Индии, Исландии, Канады, Латвии, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Польши, России, Северной Кореи, США, Украины, Финляндии, Франции, Швеции. Самыми многочисленными были делегации Норвегии (около 310), России (около 40) и Канады (31 участник).

В ходе работы конференции обсуждались вопросы влияния на экосистемы арктических районов техногенеза; воздействие на морские экосистемы добычи углеводородного сырья; о профилактике аварийных ситуаций на шельфе при добыче нефти; системы безопасности; новейшие технические предложения в области транспорта углеводородов морским путем. Одним из организаторов конференции была норвежская нефтедобывающая компания «Коноко Филлипс», которая ведет добычу нефти не только на шельфе Баренцева моря, но и на территории Ненецкого автономного округа (Россия) в составе нефтяной компании «Нарьянмарнефтегаз». Представители компании доложили о современных технических возможностях безопасной нефтедобычи и конкретных результатах реализации программы чистых производств. Одной из экологических проблем в арктических регионах был вопрос о глобальном изменении климата планеты, тенденциях этого процесса и определяющих его факторах. Заинтересованно и детально обсуждалась тема, связанная с влиянием энергетической промышленности на процесс глобального по-

тепления. В связи процессом глобального потепления обсуждались вопросы изменения биологической продуктивности арктических морей, изменения уровня мирового океана, в том числе и уровня арктических морей и последствиях, связанных с этим процессом. Большой интерес вызвала тема состояния Арктики и ее ледников, и какие последствия следует ожидать в жизни людей на этой территории. Особенно актуально таяние ледников для Гренландии.

В работе политической секции (первые два дня конференции) в качестве докладчиков участвовали крупнейшие ученые-экологи, представители администраций и правительства Норвегии, Канады, США и России. Научная секция работала три дня и включала как устные научные, так и стендовые доклады. Научные и стендовые доклады в виде тезисов опубликованы в сборнике материалов конференции. Работа конференции была построена на ежедневных заседаниях, где заслушивались и обсуждались доклады. За время работы конференции сделано 84 устных доклада на пленарных и общих заседаниях. Постеры (87 докладов) были постоянно доступны для ознакомления и обсуждения. Наш совместный доклад с Ю.Н. Минеевым был посвящен важнейшим водно-болотным угодьям европейского северо-востока России.

Информация, изложенная в докладах, результаты обсуждения постеров свидетельствовали о необходимости продолжения исследований в указанных направлениях. Конференция «Arctic Frontiers 2009» была одним из важных звеньев в получении данных и их продуктивного использования в процессе исследования и освоения арктических пространств. Ежегодные совещания являются организующим и необходимым моментом в координации исследований и поиска новых аспектов в изучении и использовании природы Арктики. Высказано общее мнение о необходимости детального изучения хрупких экосистем Арктики. Требуется исследовать возможности до-



На заседании в одной из аудиторий университета.

бычи природных ресурсов на этой территории без нанесения ущерба окружающей среде.

В настоящее время наша страна заметно отстает от западных стран в выработке правовых путей регулирования деятельности юридических лиц на территории арктического региона. Необходимо создать соответствующую правовую базу, ориентируясь на зарубежный и международный опыт. Строгий и хорошо организованный контроль над добычей природных ресурсов в арктической зоне позволит избежать глобальной экологической катастрофы. Большой интерес иностранцев к российским специалистам и разработкам вызван, как мы полагаем, тем, что большая часть арктичес-

кой зоны расположена в пределах границ Российской Федерации. В этой связи требуется более активное освоение российских пространств Арктики для закрепления прав на них в целях исключения каких-либо споров и конфликтов.

Проживание участников конференции было организовано в нескольких отелях в центре города. Конференция проводилась в университетском городке, куда участников доставляли на автобусах. Культурная программа была довольно насыщенной и интересной. После официального открытия конференции (19 января) был устроен краткосрочный круиз на лайнере «Finnmarken» по заливу. На борту

лайнера был организован праздничный ужин. По возвращению на берег участники конференции отправились в паб «Ольхалла». После заседаний (20 января) участники конференции побывали в Полярном исследовательском центре «Polararet» и музее Арктики и Антарктики «Polaria». Вечером 21 января в Арктическом кафедральном соборе состоялся концерт церковного коллектива с оригинальной программой.

Проезд и проживание в пределах Российской Федерации осуществлялись за счет бюджетных средств Института биологии Коми НЦ УрО РАН, на территории Норвегии – за счет принимающей стороны – государственной организации Aquaplan-Niva.

## ЧЕТВЕРТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ

к.г.н. Д. Каверин

С 4 по 7 февраля я принял участие в работе IV международного конгресса по рациональному использованию сельскохозяйственных ресурсов, который проходил в столице Индии – Нью-Дели. Конгресс был организован Министерством сельского хозяйства Индии, Академией сельскохозяйственных наук Индии, индийским обществом почвоведов и Всемирной организацией продовольствия и сельского хозяйства (FAO). В конгрессе приняли участие представители из 25 стран мира, наиболее многочисленные делегации были из Австралии, Бразилии, Индии, Казахстана, Канады, Китая, Мексики, США, Узбекистана. Россию представляли двое ученых.

Целями международного конгресса по рациональному использованию сельскохозяйственных ресурсов являлись интеграция науки и сельского хозяйства, привлечение к сотрудничеству различных заинтересованных сторон: исследователей, фермеров, политиков, корпоративных лидеров, а также других неправительственных организаций для реализации нововведений в сельском хозяйстве и улучшения эффективности использования природных ресурсов в этом секторе экономики. Сельское хозяйство в настоящее время претерпевает множество комплексных изменений. Постоянное повышение спроса на продовольствие, материалы, топливо, корма приводит к постепенной деградации природных ресурсов. Поэтому повышение эффективности сельскохозяйственного производства с целью роста продуктивности необходимо для удовлетворения возрастающих нужд человечества и обеспечения устойчивого развития экономики.

Роль сохранения и рационального использования сельскохозяйственных ресурсов, заключающаяся в повышении эффективности использования прежде всего почвенных ресурсов, хорошо осознается в современном мире. Возникновение многих глобальных проблем в настоящее время угрожает сохранению естественных ресурсов, что может сказаться на качестве жизни человека уже в недалеком будущем. Именно сейчас необходима реализация новых технологий, инноваций, изменение сельскохозяйственной политики. Конгресс подготовил почву для дальнейшего сотрудничества специалистов и выработки совместных принципов политики в данной области, были предложены меры по улучшению состояния почвенных ресурсов. Конгресс представил уникальную возможность познакомиться с богатейшим сельскохозяйственным опытом Индии, особенностями развития отрасли в условиях современных глобальных проблем (изменение климата, проблема продовольствия).

Научные проблемы на конгрессе обсуждались в следующих секциях: рациональное использование почвенных и водных ресурсов, агрохимия, ирригационные системы, изменение климата, системы фермерства, механизированные системы в сельском хозяйстве, основные стратегии развития сельского хозяйства, интеграционные подходы в сельском хозяйстве, биоразнообразие, сельскохозяйственная политика, сохранение сельскохозяйственных ресурсов, экономика и сельское хозяйство. Я выступал с постерным докладом «Различия в термических режимах тундровых целинных и сельскохозяйственных почв европейского северо-востока России» (в соавторстве с Г.Г. Мажитовой).



На заседании секции «Рациональное использование почвенных и водных ресурсов».

Генеральная идея, вокруг которой шли обсуждения на конгрессе, была посвящена технологии так называемой нулевой обработке почвы (zero tillage), которая предполагает отказ от перепахивания земли, посев по стерне, применение покровных культур и грамотное использование севооборота. Всю работу выполняет специальная сеялка, которая срезает пожнивные остатки, распределяет их в почве, делает в ней борозду нужной глубины, аккуратно высаживает туда семена и закрывает семенное ложе. При нулевой обработке почвы органическое вещество и элементы минерального питания накапливаются в основном на поверхности, где размещаются послеуборочные остатки. В большей мере в почве сохраняется доступная влага, меньше потери органического вещества, более стабилен уровень рН и почвы в меньшей степени подвергаются эрозии.

Главный принцип системы нулевой обработки почвы состоит в использовании естественных природных процессов, которые происходят в почве. Традиционную плужную обработку сторонники этой технологии считают не только ненужной, но и вредной. Непаханое поле на 1-2 м вглубь пронизано миллиардами капилляров, оставшихся после корней однолетних растений или образовавшихся в результате жизнедеятельности дождевых червей и других организмов, объясняют они. По этим тонким, но глубоким ходам землю насыщает влага, а зимой она замерзает и разрывает каналы. Так происходит природное рыхление.

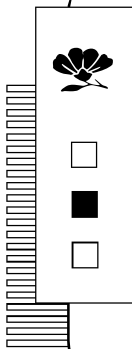
Вспахивание почвы приводит к негативным для нее последствиям, утверждают специалисты. На поверхности почвы живут аэробные микроорганизмы, которые питаются кислородом, а в глубине грунта при отсутствии воздуха размножаются анаэробные микроорганизмы. И те, и другие преобразуют питательные вещества в доступные для растений формы. При вспашке эти микроорганизмы меняют свое местоположение местами и частично гибнут. А в необработанной почве в живых остается большое количество энтомофагов – насекомых, уничтожающих вредителей, а также дождевых червей – естественных рыхлителей почвы. Если не пахать два-три года, то количество дождевых червей увеличится: их будет около 400 т/га.

В основе технологии zero tillage лежит защита почвы: посев производится по пожнивным остаткам с минимальным нарушением ее структуры и без механического воздействия на грунт. Эти остат-

ки образуют мульчирующий слой. Он сохраняет влагу, защищает поле от солнца, водной, ветровой эрозии и пыльных бурь, а верхний пласт земли не разрушается. Пожнивные остатки дают возможность управлять почвенным углеродом. С точки зрения традиционной технологии лучший способ борьбы с сорняками – глубокая отвальная вспашка. А при нулевой вспашке росту сорных трав препятствует распределение по полю пожнивных остатков и высеивание под зиму покровных культур – сидератов и многолетних «зеленых паров». Любой аграрий, переходящий на технологию без вспашки почвы, мечтает использовать только экологические принципы земледелия. Однако на первом этапе никто не может обойтись без гербицидов: ресурсосберегающая технология требует хорошо подготовленного поля, очищенного от сорняков.

В настоящее время в ряде стран данная технология используется достаточно широко. Если взять рейтинг стран, лидирующих в производстве и экспорте зерна (США, Канада, Бразилия, Аргентина), то львиная доля земли там отведена под нулевую обработку почвы. Тем не менее, сторонники традиционных методов говорят о том, что Россия – зона рискованного земледелия, а значит переходить на zero tillage не следует. Но если посмотреть, где за рубежом увеличиваются площади под zero-tillage, то это почти те же климатические зоны, что и в СНГ. Некоторые зарубежные исследователи высказали мнение о недостаточном внимании со стороны России к внедрению новых технологий в сельском хозяйстве. Особенно актуальным это является для средней полосы и юга России, где сосредоточены основные сельскохозяйственные предприятия.

Необходимо также отметить, что еще в Советском Союзе в 1960-х годах проводились опыты по внедрению данной технологии в сельском хозяйстве. Наша страна имеет все условия для развития технологии zero tillage. Тем не менее российские аграрии не спешат осваивать ресурсосберегающий метод, сейчас в России под zero-tillage занято менее 1 млн га, тогда как в США и Бразилии – по 23, Аргентине – 18, Канаде – 9 млн га. Одной из причин медленного внедрения новой технологии эксперты и участники рынка называют дороговизну гербицидов. Если бы гербициды стоили дешевле, то можно было бы полностью перейти на нулевую обработку.



## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

доктору биологических наук **Владимиру Витальевичу Володину** с награждением Почетной грамотой Российской академии наук и профсоюза работников Российской академии наук за многолетний добросовестный труд, практический вклад в проведение фундаментальных и прикладных научных исследований!

Постановление Президиума РАН  
и Совета профсоюзов работников РАН № 14/6 от 3 февраля 2009 г.

В целом, конгресс расширил границы моих знаний в области сельского хозяйства. Конгресс четко обозначил грани соприкосновения практического почвоведения, агрономии и других дисциплин со сферой сельскохозяйственного производства. Почвы, как основа сельскохозяйственного производства, обладают гораздо большим потенциалом, чем принято считать. Необходимо знать, как использовать этот потенциал с целью получения более высоких урожаев. Конгресс показал, что необходимо расширение географии применения новых технологий обработки почвы.

В период проведения конгресса на территории кампуса работала сельскохозяйственная выставка, где были представлены различные виды техники, применяющиеся при технологии нулевой обработки почвы, различное научное оборудование и материалы.

В последний день конференции были организованы научные полевые экскурсии за пределы Дели. Мы посетили сельскохозяйственные площади, на которых выращивают в основном злаковые культуры. В поле были продемонстрированы примеры преимущества применения технологии нулевой вспашки по сравнению с традиционной. Мы встретились с фермерами, которые применяют данную технологию на практике при всесторонней поддержке министерства сельского хозяйства. Фермеры отметили, что урожайность некоторых культур, в частности пшеницы и риса, с переходом на новую технологию стала несколько выше.

Мы посетили Институт по проблемам засоленных почв. В среднем почвы северо-западной Индии характеризуются уровнем рН около 8. Однако в регионе достаточно много засоленных почв, при этом засоление может быть как естественным, так и антропогенным. Засоленными почвы в Индии считаются при уровне рН выше 8.5, сильно засоленными – выше 10. В этом случае реакция среды обуславливает негативное воздействие на сельскохозяйственные культуры, и соответственно должны предприниматься меры по снижению концентрации солей.

Мне удалось посетить лабораторию тестирования почв. Лаборатория относится к Почвенному институту г. Дели, входящему в систему

Академии сельского хозяйства Индии. Академию в свою очередь курирует министерство сельского хозяйства страны. Основной задачей этой лаборатории является определение основных физико-химических параметров сельскохозяйственных почв (рН, почвенный углерод, содержание обменных оснований, N, P, K), необходимых для определения их агрономической ценности. Также определяется влажность почв. На основании этих анализов фермерам дают рекомендации по улучшению агрономических качеств почвы. Научные сотрудники лаборатории регулярно встречаются с фермерами с целью обсуждения основных проблем, проводят научные семинары для фермеров. Все научные сотрудники Института преподают связанные с почвоведением и сельским хозяйством дисциплины в вузах,

на базе института идет подготовка дипломных и докторских работ. Таким образом, в Индии наука почвоведение тесно связана с сельскохозяйственным производством и образованием. Около 45 % территории страны приходится на сельскохозяйственные угодья, поэтому исследованию и мониторингу антропогенно-преобразованных почв здесь уделяется первостепенное внимание.

В кампусе министерства сельского хозяйства мне также удалось посетить почвенный музей, где главными экспонатами были почвенные карты Индии и монолиты основных типов почв, встречающихся на территории страны. Необходимо отметить, что почвоведы Индии в основном пользуются американской системой классификации почв (Soil Taxonomy).

Место проведения конгресса – Новый Дели (New Delhi) вместе с районом Старый Дели (Old Delhi) представляют собой один из самых больших и колоритнейших городов мира с населением более 13 млн человек.

Он расположен в центральной части страны на р. Джамна, находящейся на стыке аллювиальных долин рек Инд и Ганг. Дели расположен в субэкваториальном климатическом поясе, естественная растительность изначально представлена тропическими саваннами, которых к настоящему времени практически не осталось. Основными языками, на которых говорит 90 % местного населения, являются языки хинди и урду.



Сеялки, применяемые при нулевой обработке почвы.



GPS-станция, применяемая для выравнивания поверхности почвы.



На полевой экскурсии (100 км к северу от Дели).

Город был основан в 12 веке н.э. и первоначально назывался Индарапраста. На этом месте Кутабуд-Дин Айбак, первый мусульманский правитель Дели, воздвиг знаменитый минарет Кутаб Минар – высокую башню, которую достраивали и последующие правители. В XVII-XIX вв. Старый Дели был главным городом всей мусульманской Индии, а Новый Дели был построен в 1911 г., когда сюда перенесли столицу Индии, ранее находившуюся в Калькутте.

Часто столицей страны ошибочно называют Дели, в котором, в действительности, находятся сооружения не менее семи древних столиц. Дж. Неру писал: «Дели – олицетворение истории Индии с ее чередованием славы и разрушений и с ее великой способностью вбирать многие культуры, оставаясь самим собою... Здесь даже камни шепчут о давно прошедших веках и воздух, которым мы дышим, полон пыли и аромата прошлого и свежего, пронизывающего ветра настоящего».

Прилетаешь в Дели ночью. Когда приземляешься, Дели представляется безграничным океаном

мерцающих огней, до самого горизонта, сколько глаз хватает видеть. Самолет летит, летит, а город все не кончается... Впечатляет. Дели – это город грандиозных храмов и трущоб, город бурлящей жизни. Безумное движение, всеобщая суeta, жестокие контрасты и не всегда приятные сюрпризы становятся для вас хорошим испытанием. Как и всякий город с тысячелетней историей, Дели – мощная атака на все органы чувств вновь прибывающих туристов, концентрирующая в себе все негативные достижения великой Индии. Измотанные длинным утомительным перелетом, вы тут же подвергаетесь атаке со стороны толп нищих, агрессивной и часто лживой визуальной рекламы. Уворачиваясь от бесчисленных коров, мото- и велорикш, вы погружаетесь в водоворот ароматов, различных запахов, шума, музыки и выхлопных газов. На улицах готовится еда, что-то жарится, парится и шипит, тут же люди все это едят. По улицам слоняются священные коровы, бродячие собаки и нищие. Однако, несмотря на все это, индийский народ, конечно, очень дружелюбный и настроен весьма приветливо ко всем окружающим.

## УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕРОНТОЛОГИИ И ГЕРИАТРИИ»

д.б.н. А. Москалев

Международная конференция «Актуальные вопросы геронтологии и гериатрии» проходила в г. Киев (27 января 2009 г.) в Институте геронтологии АМН Украины. В работе конференции участвовали около 100 специалистов в области старения из России, Узбекистана, Украины. Конференция посвящена памяти и 85-летию выдающегося геронтолога XX в. акад. В.В. Фролькиса – одного из первых исследователей, который выделил генергляторную компоненту в процессах старения, а также предсказал наличие механизмов «антистарения», заложенных в каждой живой клетке.

Пленарная лекция д-ра А.М. Вайсермана (Украина) была посвящена смене парадигмы в современной геронтологии. Опираясь на данные литературы, он показал, что эффекты всех известных на сегодняшний день препаратов-геропротекторов обусловлены не их специфическим действием на фундаментальные механизмы старения, а индуцируемым неспецифическим стресс-ответом, оказывающим стимулирующее действие на защитные механизмы клетки. Как следствие, увеличение продолжительности жизни модельных животных под действием современных геропротекторов не превышает 20-30 %. Также есть вероятность того, что универсальное

геропротекторное действие ограничения калорийности питания представляет собой всего лишь оздоравливающий эффект отсутствия переизбытка.

Важное место в современной геронтологии занимают проблемы регенерации с использованием стволовых клеток. Доклад В.М. Кирика (Украина) был посвящен исследованию методов предотвращения возраст-зависимой инволюции тимуса и восстановления иммунитета мышей при помощи трансплантации эмбриональных стволовых клеток.

Известно, что гуморальная регуляция играет важную роль в процессах старения. Использование метода параброза (искусственного соединения кровеносных систем двух животных) в гетеро- и изохронном вариантах позволило Д.М. Шитикову (Украина) изучить влияние старого организма на гомеостаз молодого и наоборот.

Уровень метаболизма и продолжительность жизни взаимосвязаны обратной корреляционной зависимостью. Для холоднокровных животных скорость метаболизма может регулироваться под действием внешней температуры. У теплокровных животных такой метод неэффективен. В связи с этим большой интерес представляет поиск альтернативных способов регуляции. В исследованиях на дрозофи-

ле Д.А. Толстун (Украина) показал возможность модуляции уровня метаболизма созданием искусственной атмосферы (с отличным от естественно-го соотношением O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ar), т.е. путем формирования условий гипер- или гипоксии и гиперкапнии.

Применению теоретико-надежной математической модели для интерпретации демографических статистических данных был посвящен совместный доклад В.В. Гунькова и В.К. Кольтовера (Россия).

Было представлено большое количество докладов прикладной гериатрической направленности, в частности доклад Х.М. Насадюк (Украина), посвященный изучению влияния пептидных биорегуляторов на процессы кроветворения, доклад Ю.В. Гавалко (Украина) о резервных возможностях слизистой оболочки желудка при старении, сообщение С.А. Михальского (Украина) о регенерации гиппокампа после черепно-мозговой травмы.

Москалев А.А. выступил с устным докладом «Действие различных условий освещения и мелатонина на продолжительность жизни дрозофил», подготовленным в соавторстве с асп. О.В. Малышевой. Участие в конкурсах работ молодых ученых имени В.В. Фролькиса было отмечено премией общества геронтологов и гериатров АМН Украины.