

ВЕСТНИК

Института биологии Коми НЦ УрО РАН

КРАСНАЯ КНИГА
РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Махаон
Papilio machaon Linnaeus, 1758



2004
№ 2(76)

КРАСНАЯ КНИГА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Махаон

Papilio tachaon (Linnaeus, 1758)



Махаон (*Papilio tachaon* L.) является одним из самых ярких и известных представителей семейства парусников (Papilionidae). Его изображение можно встретить еще на полотнах великих живописцев эпохи Возрождения, в трактатах ученых и алхимиков средневековья. Это была одна из первых бабочек, которой Карл Линней присвоил биномиальное научное название. Благодаря великому шведскому систематику вид носит имя древнегреческого врачевателя Махаона, лечившего раны героев Троянской

войны.

Махаон — крупная эффектная бабочка. Длина передних крыльев у него колеблется от 30 до 40 мм. Крылья сочного желтого цвета с ярко выраженными зачерненными жилками и широкой черной каймой с волнистым внутренним и зубчатым наружным краями. По кайме идет перевязь из синих чешуек. Задние крылья украшены ярко-красными округлыми пятнами и характерными хвостовидными отростками, за что бабочку англичане прозвали «ласточкин хвост». Самки не имеют заметных внешних отличий от самцов.

Махаон относится к панглоарктической зоогеографической группе. В Республике Коми он распространен от южной тайги до тундровой зоны включительно. Правда в Заполярье оседлых популяций этот вид не образует, здесь встречаются только бабочки, мигрирующие в летний период с юга. В регионе махаон развивается в одном поколении. Лёт имаго обычно начинается в первой половине июня и может растягиваться до конца июля. Основными местами обитания вида являются разнотравные луга. Кормовыми участками имаго служат клеверные луга, олиготрофные и мезотрофные болота, ериковые и мохово-кустарничковые тундры. В горах Урала большие скопления (до 30 и более особей) махаонов часто собираются возле крупных скальных обломков и останцов. Здесь бабочки греются на разогретых солнцем камнях, часто завязывают брачные игры и спариваются.

Оплодотворенная самка откладывает по одному, реже по два или три округлых зеленовато-желтых яйца (позже они приобретают голубовато-серую окраску). Кладка производится только в теплую и солнечную погоду. При этом бабочка зависает над кормовым растением гусеницы, затем на мгновение присаживается на него и, не переставая махать крыльями, приклеивает яйцо на стебель или нижнюю сторону листа. Всего за свою короткую жизнь самка успевает отложить более 100 яиц. Эмбриональный период длится от 5 до 10 дней в зависимости от погодных условий.

Гусеницы махаона развиваются на растениях семейства зонтичных. Чаще всего их можно найти на соцветиях и соплодиях дудника, бедренца-камнеломки, дягиля, а на дачных грядках они охотно кормятся укропом, петрушкой и морковью. Развитие гусеницы длится примерно 15-20 дней. Зрелая гусеница достигает длины 40-45 мм. Тело ее бледно-зеленое или голубовато-зеленое, с бархатно-черными кольцами на каждом сегменте, усаженные яркими красновато-оранжевыми пятнышками. Редко можно встретить гусениц бархатисто-черного цвета. На первом грудном сегменте у личинки имеется осметерий — особая железа в виде оранжево-красной вилочки. В случае опасности гусеница подгибает голову, поднимает переднюю часть туловища и выворачивает осметерий наружу. Из него выделяется оранжево-желтая, неприятно пахнущая жидкость, призванная отпугнуть потенциального врага. Надо заметить, что осметерий для защиты используют только молодые и средневозрастные гусеницы.

В конце июля — середине августа гусеницы окукливаются. Перед этим они несколько дней не питаются и неподвижно сидят на стеблях растений. Окукливание происходит всегда после полудня, когда солнце начинает клониться к горизонту. Куколки прикрепляются к стеблю растения при помощи паутинного пояса. Так махаон проводит всю осень и зиму. Еще в начале XX века российский натуралист Е. Габричевский заметил, что окраска куколок этого парусника находится в зависимости от температуры окружающего воздуха, субстрата и интенсивности освещения. В общем можно сказать, что при ярком солнечном освещении формируются куколки зеленовато-желтой окраски, а в тени и при более низкой температуре — преимущественно серые, с черным рисунком куколки.

Численность махаона в Республике Коми подвержена очень сильным колебаниям. В среднетаежной подзоне, например в 80-90-е годы XX века, за весь летний сезон можно было встретить лишь единичных особей вида. В первые годы третьего тысячелетия, наоборот, наблюдалось, резкое повышение числа бабочек. Последние были даже обнаружены на побережье Баренцева моря — никогда прежде так далеко на север парусник не проникал. Между исследователями до сих пор ведутся дискуссии, нужно ли этот вид охранять на законодательном уровне. В свое время он был включен в Красную книгу СССР и в большинство региональных Красных книг нашей страны. Однако в основной список редких и исчезающих животных Красной книги России махаон не вошел. В Республике Коми охрана этой красивой и редкой бабочки необходима. В таежной зоне оседлые популяции махаона сильно страдают от лесных пожаров, а в тундровой зоне гибнет в зимний период. Поэтому угроза численности вида в регионе существует постоянно.



Татаринов Андрей Геннадьевич (14.08.1968)

к.б.н. А. Татаринов

Занимал химико-биологический факультет Сыктывкарского государственного университета. В лаборатории беспозвоночных животных Института биологии работает с 1996 г.

Должность: старший научный сотрудник

Научные интересы: видовое разнообразие, фенотипическая изменчивость, экология и география чешуекрылых.

Основные публикации: Эколого-фаунистическая характеристика булавоусых чешуекрылых (*Lepidoptera, Rhopalocera*) Печоро-Ильинского заповедника // Экология животных в естественных и антропогенных ландшафтах европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 1994. С. 52-59; Зоогеографический анализ фауны булавоусых чешуекрылых европейского северо-востока России. Сыктывкар, 1997. 22 с. — (Сер. Науч. доп. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 393); Замечки об изменчивости и биологии тундровой бархатницы *Oeneis borealis* Hbn. (Lepidoptera, Satyridae) на Полярном Урале // Русский энтомологический журнал, 1998. Т. 7. Вып. 1-2. С. 71-75; Характеристике видового разнообразия дневных чешуекрылых (*Lepidoptera, Diurna*) национального парка «Югыдава» // Беспозвоночные европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 1999. С. 45-53; Характеристике видового разнообразия дневных чешуекрылых (*Lepidoptera, Diurna*) Печоро-Ильинского заповедника // Там же. С. 54-64. **В соавторстве:** Определитель дневных бабочек Республики Коми: учебное пособие. Сыктывкар, 1999. 104 с.; Булавоусые чешуекрылые. СПб: Наука, 1999. 183 с. — (Фауна европейского северо-востока России. Т. 7. Ч. 1.); Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском северо-востоке России. СПб: Наука, 2001. 244 с.

Адрес: ГСП-2, 167982 г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28.

E-mail: tatarinov@ib.komisc.ru; телефон (8212) 43 19 69.



ВЕСТНИК

Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

Издается
ежемесячно
с 1996 г.

№ 2 (76)

В номере

СТАТЬИ

- 2 Скрининг флоры европейского северо-востока России на содержание алкалоидов.
И. Чадин, Н. Видякина, С. Володина, В. Володин
- 4 Организация фототрофных микробных сообществ как отражение статуса почвы при ее химическом загрязнении. **Л. Домрачева, Е. Дабах, Г. Кантор, Т. Ашихмина, Р. Зяблых**
- 8 Дистанционный мониторинг разновременных нарушений растительного покрова в районах добычи и транспортировки нефти. **В. Елсаков, В. Щанов**
- 11 Состояние и перспективы развития количественного химического анализа в Институте биологии.
Б. Кондратенок, Е. Ванчикова, С. Кострова

ИТОГОВЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ

- 14 Международное сотрудничество Института биологии в 2003 году. **В. Пономарев**
- 18 Биологическое разнообразие водных экосистем печорского региона.
В. Пономарев, А. Стенина, О. Лоскутова, Е. Патова
- 24 Оценка углеродного цикла лесных экосистем печорского региона.
К. Бобкова, В. Тужилкина, С. Кузин, А. Патов

РЕФЕРАТ

- 27 Этология насекомых: проблемы и перспективы. **С. Пестов**

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 31 Однолетние виды семейства капустных: интродукция и перспективы использования на корм.
В. Мишуров, Г. Рубан

КОНФЕРЕНЦИИ

- 33 Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. **В. Щанов**

ЭКСПЕДИЦИИ

- 34 Очерки по технике безопасности. **В. Мартынов**

36 ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

36 КАЛЕНДАРЬ ИМЕНИННИКА

Главный редактор: е.а.і. А.Е. Оаӧеааа

Зам. главного редактора: е.а.і. А.Е. Ііііааа

Ответственный секретарь: Е.А. Даӧаа

Редакционная коллегия: а.а.і. О.Е. Аӧеаеӧ, е.а.і. О.Е. Ааӧаааа, е.а.і. А.А. Аеӧаеӧа, а.а.і. Н.А. Чаеӧаа,
е.а.і. Е.А. Еӧаеаӧ, е.о.і. А.І. Еӧааааӧаӧе, е.а.і. Н.Е. Еӧ+аӧа, е.а.і. А.А. Еӧааааа,
е.а.і. А.Р. Оаааӧе, е.а.і. А.А. Оаӧеӧаа



СКРИНИНГ ФЛОРЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ НА СОДЕРЖАНИЕ АЛКАЛОИДОВ



к.б.н. И. Чадин
н.с. лаборатории биохимии
и биотехнологии растений
E-mail: chadin@ib.komisc.ru,
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы:
*растительные
ресурсы, биохимическая
систематика и экология*



И. Видякина
ассистент кафедры
органической химии СыктГУ,
м.н.с. Института химии
Коми НЦ УрО РАН

Научные интересы:
химия природных соединений



С. Володина
м.н.с. этой же лаборатории
E-mail: volodina@ib.komisc.ru,
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы:
*растительные
ресурсы, биотехнология*



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

Научные интересы:
*вторичный
метаболизм растений*

Успешное применение разработанной нами методологии скрининга региональной флоры на содержание экдистероидов [5, 8] открыло возможность реализации этих подходов для другой группы вторичных метаболитов – алкалоидов. Алкалоиды были одними из первых продуктов вторичного метаболизма растений, выделенных и охарактеризованных как индивидуальные соединения. На протяжении XX века был выполнен большой объем скрининговых работ по алкалоидам, значительная часть которых была выполнена в нашей стране [1, 2, 3, 6]. Особое внимание при этом уделялось флорам южных регионов страны. Изучение распространения алкалоидов во флоре европейского северо-востока России представляет интерес для сравнительного анализа алкалоидоносности южных и северных флор и позволяет выявить новые, практически важные источники алкалоидсодержащего растительного сырья.

Методология скрининга растений на содержание какой-либо группы вторичных метаболитов заключается в обосновании трех составляющих: направленного отбора видов, рекомендаций по отбору частей растений в определенной фазе развития и выбора методов анализа на присутствии изучаемых соединений. Существуют два подхода к направленному отбору видов для повышения вероятности обнаружения изучаемых соединений: на основе принципов хемосистематики и использования данных народной медицины. Филогенетическая классификация содержит максимум информации об организмах, обладает эвристической ценностью и служит базисом для предсказания максимального числа неизвестных признаков, к которым относятся и способность растений накапливать продукты специализированного обмена. Это обуславливает целесообразность поиска новых видов, содержащих изучаемые соединения среди видов, филогенетически близких к известным продуцентам этих веществ. Задача исследователя состоит в том, чтобы на основании анализа существующих данных о распространении конкретной группы соединений среди растений выявить ранг таксона, на уровне которого проявляется высокая встречаемость способности к накоплению данных соединений. Как правило, для большинства изученных вторичных метаболитов растений характерна высокая частота встречаемости продуцентов этих соединений внутри родов, но особый интерес представ-

ляет возможность обнаружения новых продуцентов в таксонах более высокого ранга, как это было продемонстрировано в работе [8]. Таким образом, работы по скринингу делятся на две части: первоначальный скрининг флоры, охватывающий как можно больше неизученных семейств, и анализ образцов видов, филогенетически близких к выявленным продуцентам. Этноботанические данные позволяют существенно повысить эффективность скрининга, однако корректная их интерпретация может представлять известные трудности в связи с неточной идентификацией видов растений и не всегда ясным описанием физиологической активности. В связи с тем, что содержание продуктов вторичного метаболизма сильно варьирует в ходе развития в различных органах растения, при отборе образцов для анализа нельзя ограничиваться какой-либо одной частью растения для анализа растительного материала. При проведении скрининга используют две группы методов: методы экспресс-анализа – для обработки большого количества образцов и методы выделения и идентификации индивидуальных соединений, которые применяются для узкой группы видов, давших положительные результаты после применения экспресс-анализа.

Термин «алкалоиды» объединяет большую группу вторичных метаболитов растений, которые имеют основную природу, содержат один или более атомов азота, обычно в сочетании или в составе гетероциклов [1-3, 6, 7]. Отсутствие строгих границ, отделяющих эти соединения от всех остальных азотсодержащих органических соединений, обуславливает их большое структурное многообразие. К настоящему времени известно более 6000 различных алкалоидов и число их непрерывно увеличивается. При изучении распространения алкалоидов среди растений необходимо учитывать, что многие алкалоиды не связаны между собой биогенетически. Поэтому корректным будет сравнительный анализ способности растений к накоплению только биогенетически связанных алкалоидов. Поиск связи распространения алкалоидов с филогенетической классификацией растений осложняется еще и тем, что пути биосинтеза сходных по структуре алкалоидов могут быть различны. В целом, алкалоиды имеют характер распространения, сходный с другими классами вторичных метаболитов растений. Биогенетически связанные алкалоиды (имеющие структурное сходство)

встречаются в группах филогенетически близких растений. Как правило, филогенетические связи между продуцентами алкалоидов обнаруживаются на уровне рода. Однако существующие данные позволяют предположить обнаружение таких связей и на уровне таксонов более высокого ранга: подсемейств и триб. Для отдельных групп алкалоидов показана связь распространения с филогенетической классификацией цветковых растений на уровне порядков [7].

Как указывалось выше, флора европейского северо-востока России ранее специально не изучалась на содержание алкалоидов. Однако, анализ доступных литературных данных показал, что на данной территории произрастают около 50 известных алкалоидоносных видов растений. Наибольшее их число обнаружено в двух характеристических семействах флоры: Asteraceae (сложноцветные) и Ranunculaceae (лютиковые). Большой интерес представляют также представители другого ведущего семейства флоры – Fabaceae (бобовые), которое характеризуется большим числом алкалоидсодержащих видов.

Образцы растений были собраны в период с июля по август 2002 г. в окрестностях г. Сыктывкар, Княжпогостском и Сыктывдинском районах Республики Коми. Часть образцов взята из коллекции образцов растений лаборатории биохимии и биотехнологии растений Коми НЦ УрО РАН, собранной в различных частях территории изучаемой флоры. Образцы, собранные в национальном парке «Югыд ва», были любезно предоставлены А.В. Добровольской, студенткой 242 группы химико-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета.

Образцы фиксировали высушиванием в сушильном шкафу при температуре 60 °С. Подтверждение полевой идентификации проводили по гербарным образцам. Гербарные образцы хранятся в лаборатории биохимии и биотехнологии растений Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

Для экспресс-анализа растительного материала применяли тест-систему, основанную на капельных качественных реакциях. Были использованы следующие общеалкалоидные реактивы: 1 %-ный раствор кремневольфрамовой кислоты – $H_3Si(W_2O_7)_6 \cdot H_2O$, 1 %-ный раствор фосфорномолибденовой кислоты – $H_7P(Mo_2O_7)_6 \cdot H_2O$, реактив Драгендорфа – $Bi_3 \cdot KI$, реактив Вагнера – $I_2 \cdot 2KI$. Экстракцию растительного материала проводили по модифицированной нами методике [4]. Один грамм измельченного растительного сырья помещали в колбу емкостью 100 мл, заливали 12 мл 1 %-ного раствора соляной кислоты и нагревали на кипящей бане в течение 5 мин. После охлаждения извлечение фильтровали через бумажный фильтр, отстаивали в течение суток, декантировали (объем полученного экстракта в среднем составляет от 5 до 7 мл), разливали в четыре пробирки по 0.5 мл и в каждую пробирку по каплям добавляли соответствующий реактив на алкалоиды. Для анализа образцов, давших положительный результат после применения тест-системы, использовалась аналитическая ВЭЖХ, которая выполнялась на приборе Varian, ProStar (USA), элюент: 80 %-ный метанол со скоростью 0.8 мл/мин с длиной волны детектора $\lambda = 254$ нм на колонке Диасорб 130 С 16Т; 7 мкм, БиоХимМак. Препаративная ВЭЖХ выполнялась на приборе Varian, ProStar (USA), элюент: 80 %-ный метанол со скоростью 8 мл/мин с длиной волны детектора $\lambda = 254$ нм на колонке № 524/175 24×250 мм Диасорб 130 С 16Т; 10 мкм, БиоХимМак.

С помощью разработанной нами тест-системы на содержание алкалоидов изучен 141 образец 70 видов 59 родов 13 семейств. Обобщение результатов скрининга проводили с помощью разработанной нами базы

данных, которая будет представлена на веб-сайте нашего Института. Проанализированные виды можно разделить на три группы.

В первую группу входят виды, в которых ранее по литературным и нашим данным показано наличие алкалоидов. Это виды семейств Asteraceae (20 видов из 30 изученных), Fabaceae (один вид из девяти изученных), Ranunculaceae (пять видов из шести изученных), Apiaceae (один вид из трех изученных), Brassicaceae (два вида из четырех изученных), Boraginaceae (один вид из двух изученных), Campanulaceae (оба изученных вида), Caryophyllaceae (два вида из шести изученных). Выбор данных видов для скрининговых работ был обусловлен: во-первых, необходимостью проверить предложенную нами тест-систему экспресс обнаружения алкалоидов на воспроизводимость результатов и, во-вторых, для выявления возможного влияния эколого-географических факторов на накопление алкалоидов в растениях. Полученные данные говорят о высокой степени воспроизводимости результатов, что также подтверждается нашими отрицательными результатами, совпадающими с данными литературы (два вида лапчатки из семейства Rosaceae).

Влияние эколого-географических факторов может проявляться в различном содержании алкалоидов в изученных растениях по сравнению с литературными данными. Например, в виде *Solidago virgaureae* (золотарник обыкновенный; сем. Asteraceae) по данным В.С. Соколова (1952) содержатся следы алкалоидов, по нашим данным в этом виде имеются их значительные количества. Аналогичная ситуация с видами: *Arctium tomentosum* (лопух войлочный), *Senecio nemorensis* (крестовник дубравный), *Centaurea phryga* (василек фригийский) из семейства Asteraceae, *Barbarea stricta* (сем. Brassicaceae). В других случаях нами обнаружены следовые количества алкалоидов в видах *Petasites spurius* (белокопытник ложный), *Acroptilon repens* (горчак ползучий) из семейства Asteraceae, в которых по литературным данным содержатся значительные концентрации данных соединений.

Во вторую группу вошли виды, в которых по литературным данным были обнаружены алкалоиды, а по нашим данным эти соединения не обнаружены: *Gnaphalium uliginosum* (сушеница топяная), *Lepidoloma suaveolens* (ромашка душистая) из семейства Asteraceae. Это может быть обусловлено влиянием эколого-географических факторов или особенностями динамики накопления алкалоидов в различных органах и фазах развития растений.

Особый интерес представляют выявленные нами алкалоидоносные виды, в которых ранее алкалоиды не были обнаружены, или виды, которые на содержание алкалоидов ранее не изучались. Это виды семейств: Asteraceae (семь видов из 30 изученных), Apiaceae (два вида из трех изученных), Brassicaceae (два вида из четырех изученных), Fabaceae (восемь видов из девяти изученных), Ranunculaceae (один из шести изученных), Alismataceae (один вид), Caryophyllaceae (четыре вида из шести изученных), Rosaceae (один вид из трех изученных). Эти виды были отобраны нами для анализа на основании принципов хемосистематики и данных о применении в народной медицине. Например, высокая вероятность обнаружения алкалоидов в виде *Cirsium vulgare* (бодяк обыкновенный) обусловлена наличием алкалоидов в других видах рода *Cirsium*. По нашим данным в соцветиях данного вида в фазе плодоношения было обнаружено значительное количество этих веществ. Высокая вероятность обнаружения алкалоидов в виде *Filipendula ulmaria* (таволга вязолистная) обусловлена этно-ботаническими данными о применении этого растения территории европейского северо-востока России в качестве тони-

зирующего и одурманивающего средства. Кроме того, в пользу обнаружения алкалоидов в этом виде свидетельствуют данные хемосистематики. По нашим данным значительное количество алкалоидов содержится в листьях таволги в фазе плодоношения. С помощью разработанной нами схемы выделения алкалоидов, основанной на различной растворимости алкалоидов и их солей в органических и неорганических растворителях с дальнейшим выделением индивидуальных веществ с помощью препаративной ВЭЖХ, нам удалось выделить индивидуальное соединение из растений *Filipendula ulmaria* и доказать принадлежность данного вещества к классу алкалоидов.

Для выявления связи распространения алкалоидов с филогенетической системой классификации растений на примере семейства Asteraceae данные об алкалоидности видов были представлены с помощью разработанной базы данных как одна из трех возможностей: алкалоиды обнаружены, не обнаружены, обнаружены следы. Это позволило выявить внутри семейства трибы, большинство видов в которых являются «отрицательными» (триба Astereae), «положительными» (триба Senecioneae), либо содержат следовые количества (триба Lactuceae). Полученные нами данные соответствовали «характеру» изучаемых триб, что проявилось в обнаружении алкалоидов на основании хемотаксономического прогноза в следующих видах: из трибы Lactuceae: *Hieracium pilosella* (ястребинка волосистая), *Lactuca sativa* (салат обыкновенный), *Cirsium vulgare* (бодяк обыкновенный); из трибы Cardueae-Centaureinae: *Serratula coronata* (серпуха венценосная), *Centaurea scabiosa* (василек скабиозовидный); *Saussurea parviflora* (сосюрея малоцветковая; триба Cardueae-Carduinae) и *Inula salicina* (девясил иволистный; триба Inuleae).

Особое положение занимают трибы, в которых встречаются с одинаковой частотой виды, содержащие

алкалоиды, не содержащие алкалоиды и виды со следовым количеством алкалоидов. Неоднородность этих триб подтверждается также и данными биологической систематики. Так, например, триба Cardueae делится на две подтрибы, каждая из которых делится на несколько близкородственных групп родов. Анализ образцов видов трибы Cardueae, произрастающих на изучаемой территории, подтвердил неоднородный характер данной трибы.

Таким образом, нами показана применимость методологии скрининга растений региональных флор для изучения распространения алкалоидов среди растений. На ее основе было исследовано распространение алкалоидов во флоре европейского северо-востока России. На примере семейства Asteraceae показана связь между распространением алкалоидов и филогенетической классификацией растений. Впервые алкалоиды обнаружены в 26 видах семейств Asteraceae, Alismataceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Rosaceae.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазурьевский Г.В., Терентьева И.В. Алкалоиды и растения. Кишинев: Штиинца, 1975. 150 с.
2. Орехов А.П. Химия алкалоидов растений СССР. М.: Наука, 1965. 392 с.
3. Соколов В.С. Алкалоидоносные растения СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 380 с.
4. Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья / Под ред. К.Ф. Блиновой. СПб., 1993. 60 с.
5. Фитоэкдистероиды / Под ред. В.В. Володина. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
6. Юнусов С.Ю. Алкалоиды. Ташкент, 2001. 413 с.
7. Harborne J.B., Turner B.L. Plant chemosystematics. London: Academic press, 1984. 562 p.
8. Screening plants of European North-East Russia for ecysteroids / V. Volodin, I. Chadin, P. Whiting, L. Dinan // Biochemical Systematics and Ecology, 2002. Vol. 30. P. 525-578. ❖

ОРГАНИЗАЦИЯ ФОТОТРОФНЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ КАК ОТРАЖЕНИЕ СТАТУСА ПОЧВЫ ПРИ ЕЕ ХИМИЧЕСКОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Представления о структуре микробных сообществ почв претерпели с начала XX века существенные изменения. Возникли новые аспекты изучения структуры микробных сообществ, связанные с различной природой выделяемых элементов: функциональной, морфологической, таксономической, экологической. Предпринимаются попытки взглянуть на микробное сообщество почв в различных масштабах – от минимального, сравнимого с размерами микроорганизмов, до глобального. Четкое понимание и формулирование основных закономерностей функционирования почвенных микроорганизмов необходимо для их регулирования в условиях резкого ухудшения экологической обстановки [11]. Сведения о специфичности законов, действующих в микробных экосистемах, принципы формирования и функционирования сапротрофных бактериальных сообществ обобщены в ряде отечественных монографий [3, 9, 11, 14].

Особое место в почвенных ценозах занимают фототрофные микробные сообщества (ФМС), эдификаторами кото-

рых являются водоросли и цианобактерии. «Цветение» почвы, связанное с массовым размножением на ее поверхности микрфототрофов – особое явление в жизни почвы. В отличие от сапротрофных комплексов ФМС автономны в своем развитии от источников органического углерода. В ФМС «цветения» почвы существуют тесные классические типы отношения фототрофов с гетеротрофными партнерами на уровне физических, трофических и аллелопатических контактов, во многом сходных с фитоценотическими [4]. Локусы «цветения» – центры повышенной биогенной активности благодаря первичной продукции фототрофных микроорганизмов и скорости ее обновления и трансформации. Структура и количественные характеристики ФМС определяются тремя взаимодействующими механизмами: саморегуляцией, обусловленной изменением характера связей между фототрофными партнерами; трофической активностью почвенных беспозвоночных и контролем через физико-химические факторы, в первую очередь, через поток биогенов [5]. Формирование экологичес-

ких свойств фототрофов происходило при разной обеспеченности элементами минерального питания. В результате возникли виды, отличающиеся потребностью в азоте и зольных элементах. Сбалансированное развитие ФМС, образовавшихся в условиях малой обеспеченности почвы питательными элементами, нарушается при внесении дополнительного количества биогенных элементов, например, при внесении минеральных удобрений в агроэкосистемах. Трофические предпочтения разных групп фототрофов приводят к тому, что при внесении разных удобрений лидирующие позиции в ФМС захватывают разные группировки. При этом возникновение подобных трансформированных ФМС – адекватная реакция на изменение содержания в почве N, P и K.

Однако практически нет исследований специфики ФМС в почвах, загрязненных ксенобиотиками, хотя площади таких земель и разнообразие поллютантов постоянно увеличиваются.

Объектами нашего исследования являются образцы из верхних горизонтов почв, отобранные в окрестностях



д.б.н. Л. Домрачева
с.н.с. лаборатории
биомониторинга

E-mail: ecolab@vshu.kirov.ru,
тел. (8332) 69 49 14

Научные интересы:
«цветение» почвы, биоиндикация



к.б.н. Е. Дабах
с.н.с. лаборатории
биомониторинга

E-mail: ecolab@vshu.kirov.ru,
тел. (8332) 37 02 77

Научные интересы:
почвоведение, химия и минералогия почв



Г. Кантор
н.с. лаборатории
биомониторинга

E-mail: ecolab@vshu.kirov.ru,
тел. (8332) 37 02 77

Научные интересы: *информационные
системы в экологии, ГИС*



д.т.н. Т. Ашихмина
зав. лабораторией
биомониторинга

E-mail: ecolab@vshu.kirov.ru,
тел. (8332) 37 02 77

Научные интересы: *экологический
мониторинг, химическое загрязнение
окружающей среды*



Р. Зяблых
ст. преподаватель
каф. ботаники,
физиологии расте-
ний и микробиоло-
гии ВГСХА

Тел. (8332) 69 49 14

Научные интересы: *практическое ис-
пользование цианобактерий*

арсенала химического оружия в Оричевском районе Кировской области. Арсенал расположен на территории пойменной, надпойменной террас и склоне водораздела. Местами участок подвержен переувлажнению, особенно в притеррасной пойме. Почвенный покров в окрестностях объекта сильно нарушен. Это связано с вырубкой леса, строительными работами. Деградация почв, помимо нарушения морфологического строения профиля, проявляется в загрязнении их продуктами уничтожения аварийных снарядов с химическим оружием. В результате сформировались техногенные почвы. На вырубках в понижениях нарастает оторфованный слой (разрез А-2), на повышенных участках, где почва была перекрыта слоем песка из ближайшего котлована (разрез А-1), образовалась свежая дернина. Практически невозможно найти аналогов этим почвам на фоновых территориях. В тех местах, где почвенный покров подвергался незначительному воздействию и профиль сохранился в неизменном виде (разрез А-7), почвы идентифицируются как подзолистые супесчаные грунтово-глееватые. Для сравнения можно взять разрез аналогичной почвы (А-0), заложенный в 6 км к западу от объекта, в стороне от преобладающего направления ветра.

На объекте хранятся снаряды с ФОВ (фосфорорганическими отравляющими веществами) и иприт-люизитной смесью. Влияние этих видов химического оружия и продуктов их трансформации на почвенную микробиоту изучено крайне слабо [2, 12, 15, 18].

Принимая во внимание то, что фосфорорганические соединения интенсивно подвергаются разложению микроорганизмами и фосфор поглощается растениями, зафиксировать признаки загрязнения ФОВ практически невозможно. Напротив, накопление в почве таких ксенобиотиков, как соединения мышьяка – продукты трансформации люизита, свидетельствует о наличии антропогенного воздействия на экосистемы. Уровень воздействия можно оценить, учитывая свойства почв и остаточное количество в них валового мышьяка. Максимальное содержание элемента (69 мг/кг) обнаружено в нижней части разреза А-1 (табл. 1). По сравнению с верхним органоминеральным горизонтом оно в 10 раз выше и постепенно возрастает вниз по профилю. В верхнем оторфованном горизонте разреза А-2 уровень накопления элемента значительно выше, чем в А-1, но в нижележащем супесчаном оглеенном гумусовом горизонте содержание мышьяка резко падает и достигает максимальных значений в глеевом горизонте. Характер распределения элемента в подзолистой почве разреза А-7

также свидетельствует об интенсивном выносе его из верхних горизонтов и накоплении в оглеенной нижней части профиля. При этом содержание мышьяка в разрезе А-7 ниже, чем в А-1 и А-2, в верхнем горизонте (1.1 мг/кг) не превышает ПДК, а в оглеенной почвообразующей породе достигает 21 мг/кг.

По нормативам, принятым в России, ориентировочно допустимое валовое содержание мышьяка в песчаных и супесчаных почвах составляет 2 мг/кг [7]. Фоновое содержание мышьяка в почвах Кировской области неизвестно. В окрестностях ОУХО содержание мышьяка в подзолистых песчаных и супесчаных почвах варьирует от 0.1 до 2.6 мг/кг [13]. В аллювиальных болотных осушенных почвах к северо-западу от объекта оно не превышает 0.3 мг/кг. В исследуемых нами разрезах А-1 и А-2 валовое содержание мышьяка значительно превышает указанные количества. Таким образом, к северу и северо-западу от объекта фиксируется локальное химическое загрязнение почвы продуктами трансформации иприт-люизитной смеси, компонентом которых является мышьяк.

Для исследования влияния загрязнения почвы на функционирование ФМС использовалась следующая методика. Почвенные образцы, увлажненные до 70 % от полной влагоемкости, инкубировали в чашках Петри при температуре 23-25 °С и 8-часовом освещении. На гладко выровненную поверхность почвы были разложены покровные стекла для периодического просмотра под микроскопом (классический метод «микробных пейзажей»). В нашей работе, помимо выявления различных таксономических групп микроорганизмов, постоянно проводили их количественный учет. В подобных модельных опытах полная реализация видового потенциала фототрофов в ходе аутогенной сукцессии происходит за 1.5-3 месяца и скорость ее зависит от первоначального запаса клеток в почве: чем больше микробный пул, тем быстрее формируются ФМС [4]. Стекла

Таблица 1
Некоторые свойства исследуемых почв

Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	pH _{KCl}	A _{Sвал} мг/кг
А-1	II	5-17	4.6	6.9
	III	17-32	5.4	19.0
	VG	46-53	5.0	58.0
А-2	VIII G	79-130	5.0	69.0
	At	0-29	5.1	18.7
	AG	29-40	5.3	3.8
А-7	G	40-60	6.0	35.0
	A1A2	3-19	4.2	1.1
	B1g	27-54	n/o	n/o
M-1 (A-0)	Cg	90-120	n/o	21.0
	Ao	0-6	4.6	0.1
	AoA1	6-11	4.3	0.1

Примечание: n/o – показатель не определялся.

обрастания позволяют сочетать методы изучения таксономического состава ФМС с количественной оценкой вклада различных группировок микроорганизмов в организацию структуры сообщества на различных стадиях сукцессии. При этом в отличие от других методов изучения качественного и количественного состава микробных комплексов не требуется трудоемкой предварительной подготовки почвенных образцов к микробиологическому анализу, не применяется метод разведений, уменьшающий точность подсчета микроорганизмов, не нарушается структура сообщества. После микроскопического просмотра стекла обрастания возвращаются на исходные позиции и, таким образом, многократно выполняют роль своеобразных геоботанических площадок, позволяя давать характеристику микробных сообществ в динамике на различных стадиях сукцессии. Подробное описание динамики численности одноклеточных зеленых водорослей в почвах при различном уровне загрязнения мышьяком представлено в нашей предыдущей работе [6]. Показано, что повышение концентрации As стимулирует размножение одноклеточных зеленых водорослей, сокращает время их генерации, увеличивает удельную скорость роста, меняет характер сукцессии. Однако наряду с активацией размножения фототрофных микроорганизмов на пионерных стадиях развития ФМС загрязнение провоцирует массовое размножение в почве опасных фитопатогенных грибов р. *Fusarium* (до 200 тыс. макроконидий/см²), сопровождающееся повышенной активностью нематод (до 200 экземпляров/см²). Фузариозно-нематодный комплекс обладает большой потенциальной опасностью для высших растений, создавая угрозу двойного поражения растений.

Одноклеточные зеленые водоросли являются наиболее стабильным компонентом ФМС на всех стадиях сукцессии. За 107 суток экспозиции было проведено 14-кратное определение количественных показателей альгофлоры. При этом минимальная численность водорослей (от 300 до 3500 клеток/см²) с абсолютным доминированием р. *Coccomyxa* (рис. 1) наблюдалась в контрольном варианте А-0, что является вполне характерной особенностью для почв лесных биогеоценозов [1].

Накопление As в почве (варианты А-7, А-2 и А-1) полностью меняет характер динамики *Chlorophyta* и видовую структуру ФМС. В варианте А-7 происходит постоянное воз-

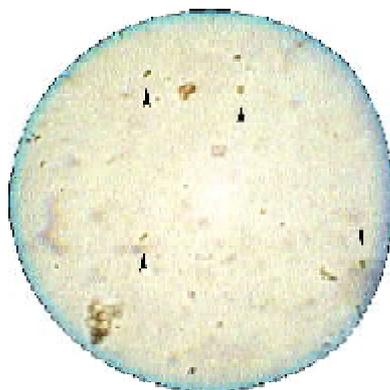


Рис. 1. Клетки *Coccomyxa* sp. в контрольном образце (показано стрелками). Об. $\times 40$, ок. $\times 15$.

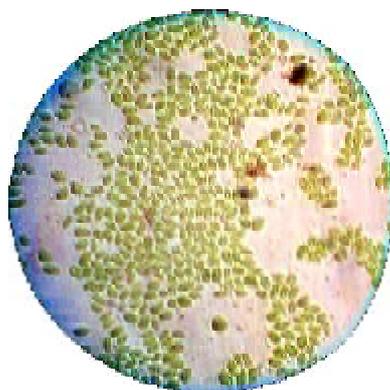


Рис. 2. Размножение видов *Chlamydomonas* в варианте А-7. Об. $\times 40$, ок. $\times 15$.

растание численности и биомассы клеток зеленых водорослей с абсолютным доминированием видов *Chlamydomonas* (рис. 2), достигая к концу третьего месяца инкубирования макроскопических разрастаний («цветение» почвы) с плотностью около 200 тыс. клеток/см².

В варианте А-2 наблюдается классический пульсационный характер развития, который при стабильных абиотических условиях вероятнее всего связан с активностью беспозвоночных – альгофагов, среди которых многочисленны инфузории и коловратки (табл. 2, 3). Плотность водорослей на конечных стадиях сукцессии в пределах 10-20 тыс. клеток/см²). Среди доминантов – *Borodinella polytetras* (рис. 3а). Чаще всего массо-

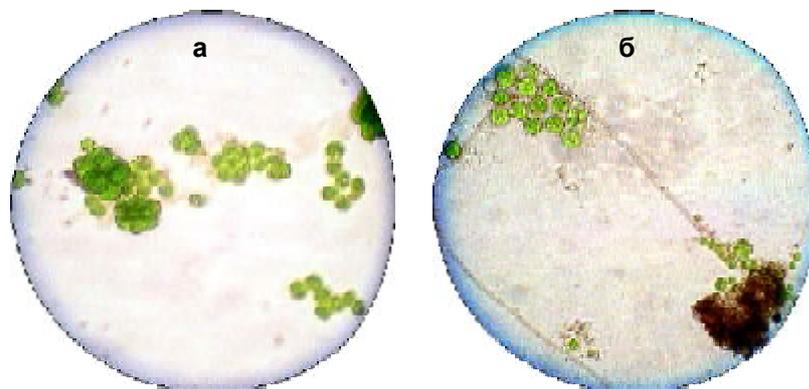


Рис. 3. Размножение *Borodinella polytetras* в варианте А-2. Об. $\times 40$, ок. $\times 15$.

вое размножение водорослей приурочено к гифам грибов (рис. 3б).

Наиболее разнообразна микрофлора и микрофауна в варианте А-1 (табл. 2 и 3, рис. 4а-д). Стартовая экспансия фототрофов на поверхности почвы после ее увлажнения начинается раньше, чем в других вариантах, достигая на четвертые сутки плотности клеток свыше 1000/см². Среди доминантов отмечены *Chlorohytrium paradoxum* (рис. 4а), виды *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Chlorococum*, *Coccomyxa* (рис. 4б-д). Нитчатые зеленые (*Chlorohormidium flaccidum*) появляются на 20-е сутки, на 60-е сутки начинают размножаться цианобактерии (преимущественно *Phormidium autumnale*). В цианобактериальных пленках плотность клеток достигает 0.5 млн./см² к концу экспозиции. Способность цианобактерий размножаться подвижными гормогониями (рис. 4б) обеспечивает быструю колонизацию субстрата. По мере освоения пространства нити цианобактерий становятся экологическими нишами, в которых происходит массовое размножение зеленых водорослей (рис. 4в и г). Ранее было показано, что при формировании «цветения» почвы проявляется высокий уровень сопряженности в развитии зеленых водорослей и цианобактерий с коэффициентом ассоциативности Пирсона $r_4 = 0.542-0.680$ [4]. В климатической стадии (рис. 4д) текстура сообщества напоминает лишайниковоподобную «псевдоткань», в формировании которой, помимо цианобактерий и водорослей, принимают участие гифы грибов. Древность происхождения цианобактерий, способность выживать в экстремальных условиях и возможность захвата разнообразных экологических ниш в современной биосфере часто приводят к цианобактериальной экспансии там, где нерегулируемое вмешательство человека нарушает нормальное функционирование экосистем [17]. В частности, показано, что водные цианобактериальные маты образуют сорбционный барьер для тяжелых металлов [8], а некоторые гетеротрофные спутники водных цианобактерий осуществляют детоксикацию тяжелых металлов путем образования нерастворимых сульфидов [16].

Вероятно, и в почве цианобактерии могут играть значительную роль в ремедиации земель, подверженных загрязнению тяжелыми металлами.

Разница в химическом статусе почвы в разных вариантах сказывается не только на развитии водорослей и цианобактерий, существенно разли-

Таблица 2
Влияние химического загрязнения почвы
на структуру микробоценозов
на 62-е сутки сукцессии (на 1 см² почвы)

Организмы, показатели	Образцы			
	A-0	A-7	A-2	A-1
Одноклеточные зеленые водоросли				
численность	355	47250	20500	20050
биомасса, мкг	0.109	19	8	16
Нитчатые зеленые водоросли				
численность	0	0	0	6225
биомасса, мкг	0	0	0	0.7
Цианобактерии				
численность	0	0	0	2917
биомасса, мкг	0	0	0	0.15
Грибы				
Споры				
численность	74553	22991	4665	28904
биомасса, мкг	8.6	2.6	1.4	73.2
Мицелий				
биомасса, мкг	26	170	3.0	7.2
длина, см	127.5	253	3.0	1009
Актиномицеты				
биомасса, мкг	0.6	0.54	0.03	0.02
длина, см	55	26.7	0.7	0.2
Простейшие				
численность	1000	416	167	1083
биомасса, мкг	0.7	0.12	0.01	0.7
Коловратки				
численность	0	0	0	250
биомасса, мкг	0	0	0	1.2
Нематоды				
численность	0	0	0	167
биомасса, мкг	0	0	0	6.0

чия в формировании гетеротрофных микробных комплексов (табл. 2, 3). В ФМС 62-суточного возраста (табл. 2) определялась численность и биомасса микроредотрофов, грибов, актиномицетов, простейших, коловраток и нематод. При минимальной численности водорослей в контрольном варианте А-0 в максимальном количестве развиваются микромицеты. При этом биомасса спор в структуре грибной популяции составляет более 33% от биомассы мицелия. Активны и многочисленны по сравнению с другими вариантами простейшие (инфу-

зорлей и цианобактерий их одномоментные показатели могут быть в сотни раз меньше их продукции, но обеспечивают массовое развитие гетеротрофных партнеров [4]. Размножение нитчатых водорослей и цианобактерий в варианте А-1 обеспечивает более активную колонизацию почвы, при этом вместе с передвижением нитей происходит передвижение других групп организмов, образующих целые скопления на поверхности нитей и в их слизи. Таким образом, возникают новые центры ФМС. Другой группой организмов, способствующих структуризации сообществ, являются мицелиальные про- и эукариоты (актиномицеты и грибы), суммарная длина гиф которых измеряется десятками сантиметров на 1 см² поверхности почвы (табл. 3).

Таблица 3
Влияние химического загрязнения почвы
на структуру микробоценозов
на 107 сутки сукцессии (на 1 см²).

Организмы, показатели	Образцы почвы			
	A-0	A-7	A-2	A-1
Численность				
одноклеточные зеленые водоросли	3400	195500	142675	41000
нитчатые зеленые водоросли	0	3650	0	6675
цианобактерии	0	0	0	505000
Грибы				
споры	30750	13083	3167	108917
мицелий (длина, см)	7.2	113.5	108	33.6
Актиномицеты				
длина, см	0	25	2.5	5.0
Простейшие	167	333	250	83
Коловратки	83	166	0	250
Нематоды	0	0	0	333

зории). В целом, трофическая пирамида численности и биомассы оказывается перевернутой. В ней микроредотрофам принадлежит незначительная роль, а наибольший вклад в синтез биомассы вносят грибы, т.е. деструкторы, биомасса которых почти в 400 раз превышает биомассу водорослей. В варианте А-7 суммарная биомасса консументов и редуцентов находится на уровне биомассы водорослей. Наибольшее разнообразие микрофлоры и микрофауны представлено в варианте А-1. У грибов в массе спор легко идентифицируются макроконидии фузариума. Среди беспозвоночных в ходе всей сукцессии большую активность проявляют нематоды. Сочетание в почве фузариев и нематод считается одним из показателей ее фитотоксичности. И в данном варианте биомасса фототрофов меньше суммарной биомассы гетеротрофов. Этот феномен обычен для микроредотрофов водоемов и почвы, так как вследствие высокой скорости продукционного процесса и оборачиваемости биомассы водорослей и цианобактерий их одномоментные показатели могут быть в сотни раз меньше их продукции, но обеспечивают массовое развитие гетеротрофных партнеров [4]. Размножение нитчатых водорослей и цианобактерий в варианте А-1 обеспечивает более активную колонизацию почвы, при этом вместе с передвижением нитей происходит передвижение других групп организмов, образующих целые скопления на поверхности нитей и в их слизи. Таким образом, возникают новые центры ФМС. Другой группой организмов, способствующих структуризации сообществ, являются мицелиальные про- и эукариоты (актиномицеты и грибы), суммарная длина гиф которых измеряется десятками сантиметров на 1 см² поверхности почвы (табл. 3).

Дальнейшая расшифровка структуры и механизмов работы ФМС химически загрязненных почв позволит подойти к вопросу об экологической оценке адаптационных возможностей почвы. Кроме того, полученные данные позволяют рассматривать цианобактерии как возможные объекты при разработке методов биоремедиации почв, загрязненных продуктами детоксикации химического оружия.

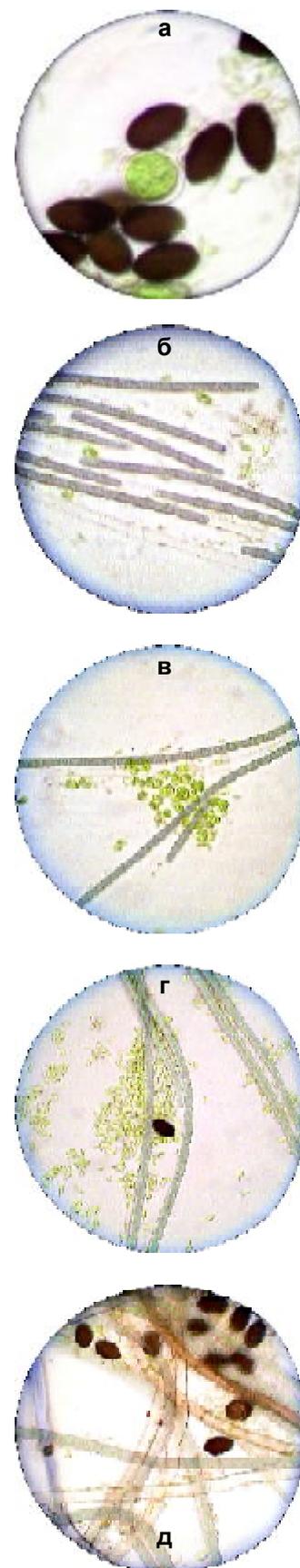


Рис. 4. Стадии альго-цианобактериальной сукцессии в варианте А-1: а – пионерная стадия; б – размножение цианобактерий с помощью гормогоний; в, г – образование альго-цианобактериальных комплексов; д – формирование «псевдо-ткани». Об. ×40, ок. ×15.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука. 1989. 149 с.
2. *Ашихмина Т.Я.* Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия: теория, методика, практика: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. Киров, 2002. 48 с.
3. *Добровольская Т.Г.* Структура бактериальных сообществ почв. М., 2002. 282 с.
4. *Домрачева Л.И.* «Цветение» почвы в агроэкосистемах и закономерности его развития. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1998. 46 с.
5. *Домрачева Л.И., Третьякова А.Н., Трефилова Л.В.* Эволюция фототрофных микробных сообществ при антропогенных воздействиях на почву // Экология и почва: Избранные лекции X Всероссийской школы. Пушкино, 2001. Т. 4. С. 184-193.
6. *Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Ашихмина Т.Я.* Влияние мышьяка на почвенную микробиоту // Актуальные проблемы регионального экологического мониторинга: теория, методика, практика: Матер. Всерос. науч. школы. Киров, 2003. С. 139-142.
7. Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6269-91. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020-94.-М.: Госкомсанэпиднадзор, 1995.
8. *Заварзин Г.А.* Лекции по природо-ведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.
9. *Звягинцев Д.Г.* Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 256 с.
10. *Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Чернов И.Ю.* Развитие представлений о структуре микробных сообществ почв // Почвоведение, 1999. № 1. С. 134-144.
11. *Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М.* Экология актиномицетов. М., 2001. 256 с.
12. Изучение процессов трансформации загрязняющих веществ в природной среде и их воздействие на биоту и здоровье населения Северо-Востока: Отчет. Киров, 2001. 260 с. – (ВНТИЦ, № Гр 01.20.0100189, инв. № 02.20.0104501).
13. Инженерно-экологические изыскания для проектирования ОУХО по программе уничтожения химического оружия в Кировской области: Отчет. Киров, 2000. – (ВНТИЦ, № Гр 01.20.0000044, инв. № 02.20.0005318).
14. *Кожевин П.А.* Микробные популяции в природе. М.: Изд-во МГУ, 1989. 175 с.
15. *Медведева Н.Г., Поляк Ю.М., Зиновьева С.В., Зайцева Т.Б.* Влияние иприта и продуктов его гидролиза на почвенную микробиоту // Почвоведение, 2000. № 8. С. 1023-1028.
16. *Москвина М.И., Бреховских А.А., Никандров В.В.* Роль гетеротрофных спутников цианобактерии *Nostoc muscorum* в синтезе сульфида кадмия // Микробиология, 2003. Т. 72. № 2. С. 284-285.
17. *Панкратова Е.М.* Почвенные цианобактерии в прошлом Земли, их экологическая роль в настоящем и возможная в будущем // Экология и почва: Избранные лекции 10-й Всероссийской школы. Пушкино, 2001. Т. 4. С. 39-48.
18. *Харечко А.Т., Мягких В.И., Корякин Ю.Н. и др.* Оценка влияния микроорганизмов на динамику разложения зомана в почве // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 1995. Т. 39. № 4. С. 104-107. ❖

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ РАЗНОВРЕМЕННЫХ НАРУШЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ



к.б.н. **В. Елсаков**
и.о. зав. отделом экосистемного анализа
и ГИС-технологий
E-mail: elsakov@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 67 52

Научные интересы:
экология тундровых сообществ



В. Щанов
аспирант этого же отдела
E-mail: shanov@ib.komisc.ru

Научные интересы:
дистанционные методы исследований

Восточноевропейские тундры России на сегодняшний день в значительной мере сохранили естественный облик вследствие слабого освоения и могут быть приняты в качестве эталонов равнинных тундр Европы. Однако высокая чувствительность к повреждениям и слабая способность к восстановлению, характерные для большинства экосистем региона, в сочетании с растущей активностью топливно-энергетического комплекса определяют необходимость разработки надежных информативных и корректных методов экологического мониторинга и контроля состояния естественных, антропогенно трансформированных и прилегающих к ним территорий. Важным инструментом изучения и контроля экологического состояния и степени нарушения больших участков территорий являются дистанционные методы мониторинга, базирующиеся на использовании электромагнитных излучений, исходящих от предмета исследования. Однако, высокая оперативность дистанционных методов, будучи неопределимым достоинством при решении задач мониторинга, превращается в недостаток, когда речь идет о картографировании осредненных за длительный период показателей. В литературе пока практически не затрагивается вопрос об условиях сопоста-

вимости результатов повторных съемок, без чего невозможно, например, изучение закономерностей распространения загрязнений в зависимости от метеорологических условий.

Одним из перспективных направлений использования дистанционных методов в области экологического мониторинга является контроль за размерами земельных участков, отводимых под строительство и обустройство нефтяных и газовых скважин, трубопроводов и дорог на месторождениях. Размеры отводимых под строительство и обустройство нефтяных и газовых скважин земель устанавливаются на основании СН 459-74 и отражены в плане освоения месторождения. Однако как показывает практика, выявляемые нарушения природных экосистем, связанные с добычей углеводородного сырья, наблюдаются на более значительных площадях, чем планировалось в разрабатываемом проекте. По мнению В.П. Гладкова [1], это обусловлено несколькими основными причинами: во-первых, развитием эрозийных и термокарстовых процессов, вызванных удалением или разрушением почвенного слоя; во-вторых, нарушениями, происходящими в процессе монтажа оборудования. Цель настоящей работы заключается в выявлении возможно-

стей использования дистанционного мониторинга для оценки площадей нарушенных земель под влиянием деятельности объектов нефтяной добычи на территории Большеземельской тундры.

Модельный участок был расположен в подзоне южных гипоарктических тундр на территории одного из оленеводческих хозяйств и включал участки с расположенными на них объектами добычи и транспортировки нефти. В районе исследований растительные сообщества представлены преимущественно кустарниковыми тундрами (*Salix lanata*, *S. phylicifolia*), крупноерниковыми (*Betula nana*) тундрами, приуроченными преимущественно к ложбинам стока и плоскобугристыми болотами с кустарничково-мохово-лишайниковыми сообществами на буграх и осоковыми и пушицево-сфагновыми сообществами на плато водораздела (рис. 1).

Картирование нарушений растительного покрова проводили на основании анализа снимков спутника Landsat (ТМ и ЕТМ) за 1987, 1988 и 2000 гг., полученных для середины вегетационного периода. Изображения были предварительно обработаны с помощью операции Tasseled Cap (ТС) программного обеспечения Erdas Imagine 8.5. Для выявления годичной динамики нарушений растительного покрова модельного участка было составлено комбинированное изображение, рассчитанное как:

Красный канал = ТС 1 канал 2000 г. – ТС 1 канал 1987 г.

Зеленый канал = ТС 2 канал 2000 г. – ТС 2 канал 1987 г.

Синий канал = ТС 3 канал 2000 г. – ТС 3 канал 1987 г.

На полученных изображениях 1987, 1988, 2000 гг. нарушения растительного и почвенного покрова читаются достаточно хорошо. Как показывает комбинированное изображение (рис. 2), эти нарушения отмечаются на территории буровых скважин и прилегающих к ним земель, а также на участках расположения трубопровода и дорог. Различия спектральных характеристик на изображениях 1987 и 2000 гг. позволяют предположить, что на многих участках, имеющих наиболее ранние по времени нарушения (1987 г.), происходят процессы естественного самовосстановления (демутации) растительного покрова. Участки, на которых отмечено развитие разнотравно-злаковых сообществ, выделены светло-зеленым цветом. Отчетливые различия данных контуров с «естественным фоном» позволяют отнести «восстанавливающиеся» площади к участкам с мезо- или полигемеробной степенью нарушенности [2]. Напротив, территории, на которых фиксируются «более свежие» нарушения, выделены красным цветом.

Для количественного учета изменений нарушенных площадей изображения каждого года были подвергнуты векторизации (ArcView 3.2a, UTM, зона 40), для чего была произведена оцифровка антропогенно трансформированных участков (рис. 3). Затем у полигональных объектов измерялась площадь, у линейных – дли-

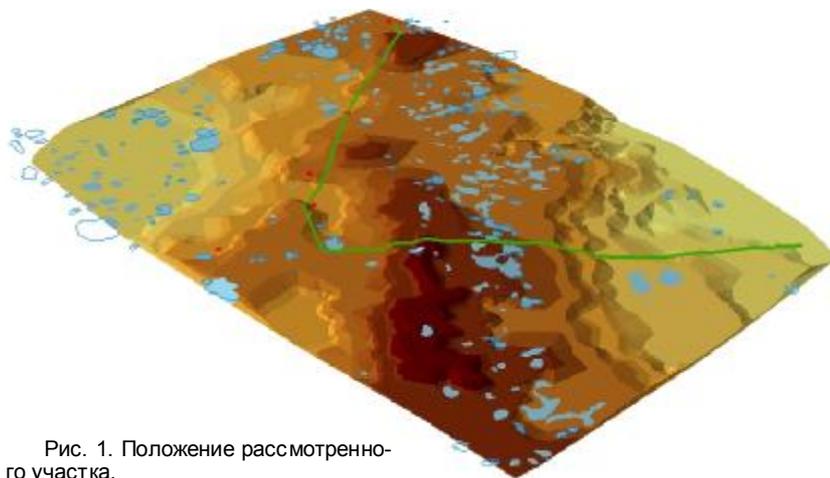


Рис. 1. Положение рассмотренного участка.

на, а также толщина линий, соответствующая таковой на снимках. Полученные статистические показатели позволили рассчитать площадную структуру выявленных нарушений растительного и почвенного покрова данного участка (см. таблицу).

Из полученных данных видно, что к 2000 г. произошло значительное увеличение общей площади нарушенных земель: более чем в два раза увеличилась площадь, отведенные под буровые скважины, доля линейных объектов (дороги, нефтепровод) возросла примерно в три раза. Для пяти буровых площадок, представленных на изображениях 1987, 1988 и 2000 гг., однозначного роста площадных характеристик выявлено не было. Уменьшение площадей в период 1987-2000 гг. отмечено для площадок № 2-4, что, вероятно, связано с прекращением или снижением интенсивности работ на данных участках. Дальнейшее сопоставление полученных данных с данными проектной документации может способствовать выявлению несанкционированных вездеходных дорог.

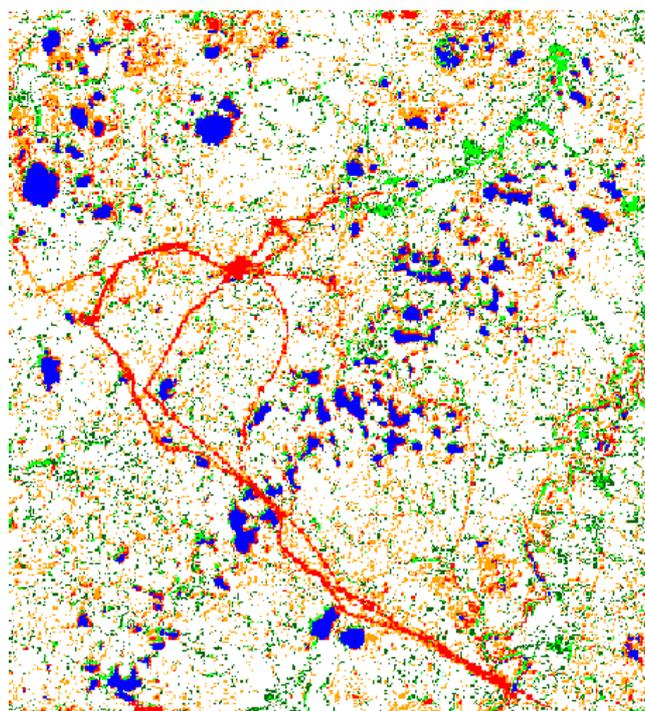


Рис. 2. Комбинированное изображение, полученное на основании наложения снимков Landsat 1987 и 2000 гг.

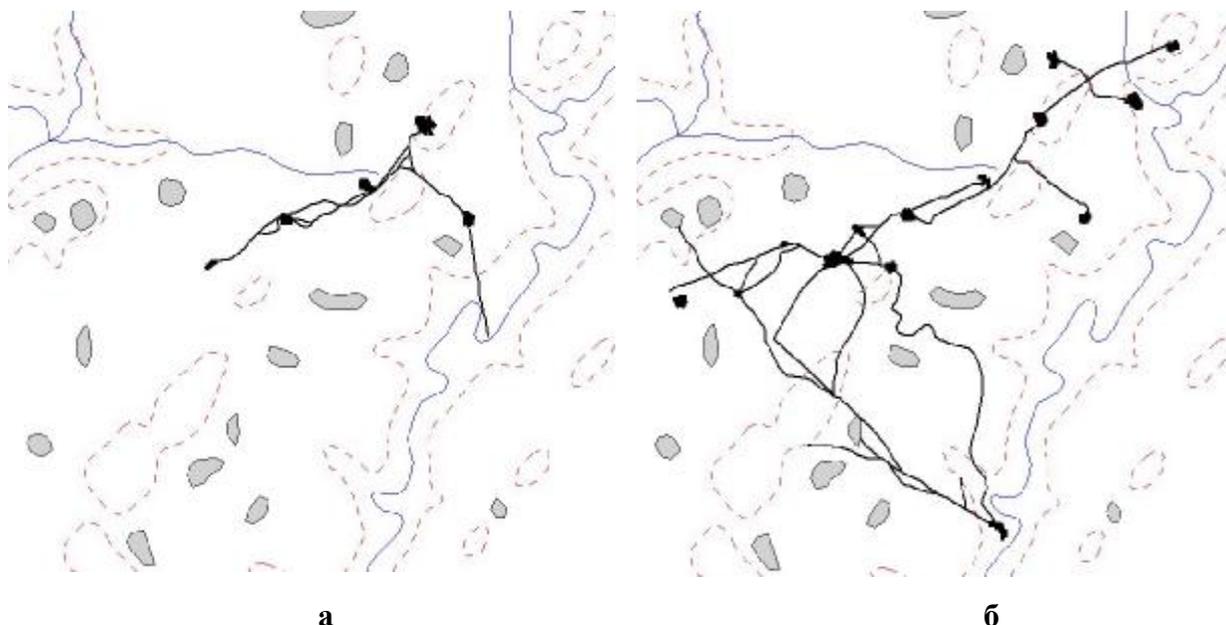


Рис. 3. Изменения площадных нарушений растительного покрова (1:100 000), выявленные на основании анализа космических снимков 1987 (а) и 2000 (б) годов. Для удобства данные спроецированы на схему района (1:1 000 000), содержащую рельеф, озера, основные водотоки.

**Межгодовые изменения площадей
выявленных антропогенных изменений
растительного покрова на модельном участке**

Наименование	Год		
	1987	1988	2000
Число площадок буровых скважин (или др. участков, представленных полигональными объектами антропогенного происхождения):	5	5	14
Площадь площадок буровых скважин (га)	57.7	56.7	137.6
площадка № 1	4.6	4.5	25.1
площадка № 2	11.4	10.1	7.5
площадка № 3	20.2	20.1	11.6
площадка № 4	11.4	13.7	7.6
площадка № 5	10.2	8.4	10.6
Другие площадки	–	–	75.2
Число выделенных линейных объектов (дороги, нефтепровод) (число/общая протяженность, км)			
шириной	10/17.7	10/17.3	26/65.8
30 м	1/3.1	1/3.0	7/16.4
60 м	4/5.4	4/5.0	12/27.3
100 м	5/9.2	5/9.2	7/22.1
Площадь, занимаемая дорогами (га)	133.9	131.7	434.2
Общая площадь нарушенных земель (га)	191.6	188.4	571.8

Таким образом, использование дистанционных методов в сочетании с полевыми методами исследований в полной мере применимо для экологического картографирования масштаба 1:25 000, 1:100 000 и мельче в целях оценки объема и степени нарушений растительного и почвенного покрова. Использование космических снимков разных лет позволяет выявлять динамику трансформации естественных экосистем под влиянием антропогенной деятельности, что может применяться в рамках природоохранных мероприятий, экологического аудита, оформления и контроле землеотвода, проведении экономических расчетов нанесенного ущерба и упущенной выгоды оленеводческих хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гладков В.П.* Проектирование и охрана окружающей среды в районах проведения буровых разведочных работ // Труды Коми НЦ УрО АН СССР. Сыктывкар, 1989. № 104. С. 6-17.
2. *Новаковская Т.В., Акульшина Н.П.* Использование геоботанических показателей экологической шкалы для картирования нарушенных земель на Харьягинском нефтегазовом месторождении // Экология, 1997. № 4. С. 256-262. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Москалеву Алексею Александровичу, победителю конкурса среди молодых ученых России на лучшую работу по геронтологии за 2003 г. Диплом и премия присуждены за цикл работ по радиационно-индуцированному изменению продолжительности жизни *Drosophila melanogaster*.

Из сообщения «Вестника геронтологического общества Российской академии наук» (№ 1-2 (64-65)).



СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИНСТИТУТЕ БИОЛОГИИ



К.Х.Н. Б. Кондратенко
зав. лабораторией «Экоаналит»
E-mail: kondratenok@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 50 12

Научные интересы: *аналитическая химия окружающей среды, мониторинг объектов окружающей среды, органическое вещество почвы*



К.Х.Н. Е. Ванчикова
с.н.с. этой же лаборатории,
зав. кафедрой физической химии СыктГУ
E-mail: vanchikova@ib.komisc.ru

Научные интересы: *метрологическое исследование методик количественного химического анализа объектов окружающей среды*



С. Кострова
ведущий инженер-химик
этой же лаборатории
E-mail: kostrova@ib.komisc.ru

Научные интересы: *метрологическое обеспечение количественного химического анализа*

Экспериментальные исследования невозможны без процедуры измерения интенсивности какого-либо свойства изучаемого объекта. Для целей количественного химического анализа (КХА) используют физико-химические свойства, количественно связанные с содержанием определяемого элемента, соединения, вещества или совокупности близких по химическим свойствам элементов, соединений, веществ. По этому признаку КХА с определенной условностью можно подразделить на элементный и вещественный (определение соединений, веществ или группы веществ). Эти три направления количественного химического анализа взаимно дополняют друг друга.

Многообразие элементов ограничено периодической системой элементов. В большинстве случаев элементный анализ характеризуется универсальностью, методики применимы к исследованию объектов разной природы. В Институте биологии данное направление реализовано, главным образом, на инструментальном уровне (табл. 1). Это достаточно полный набор оборудования, с помощью которого можно обеспечить решение практически любых задач элементного анализа на заданном уровне чувствительности. Недостающее звено – анализатор общего и органического углерода, а также общего азота в водных матрицах, так называемый ТОС-анализатор. Содержание общего углерода и общего азота – ключевые показатели при гидрохимических исследованиях, при выполнении НИР по изучению потоков углерода в экосистемах. Поэтому приобретение ТОС-анализатора – одна из задач приборного обеспечения научных и прикладных исследований в Институте биологии.

Для выполнения количественного химического анализа соединений и ве-

ществ вследствие их величайшего разнообразия используют весь арсенал физико-химических и физических методов исследования. В последние десятилетия приоритетно развивается и внедряется многокомпонентный анализ, в основе которого лежат различные варианты метода хроматографии. Это нашло свое отражение в структуре оборудования и методик КХА лабораторий и отделов Института (табл. 2).

Как известно, идентификация хроматографически определяемых веществ относительна. Зачастую после проведения сложнейшей процедуры пробоподготовки удается идентифицировать небольшое число регистрируемых на хроматограмме веществ. Осуществить абсолютную идентификацию сложных смесей можно только методом хромато-масс-спектрометрии. Это метод физико-химического анализа, сочетающий в

себе хроматографию для разделения сложных смесей на индивидуальные компоненты и масс-спектрометрию для измерения их абсолютных масс. Поэтому приобретение хромато-масс-спектрометра – необходимое условие дальнейшего развития фундаментальных исследований в области биохимии, биотехнологии, физиологии растений, почвоведения и других направлений физико-химической биологии в Институте.

Функциональный анализ – одно из интересных направлений исследования высокомолекулярных природных соединений (гуминовых, фульвокислот, липидов и т.д.), которые не имеют точно установленного химического строения. Использование методов магнитного резонанса (ядерного – на ядрах ^{13}C , ^1H и электронного парамагнитного) позволяет рассчитать доли различных функциональных групп в общей их совокупности

Таблица 1

Элементный анализ

Определяемый элемент	Средство измерения	Нижняя граница определяемого содержания	Объект исследования
C, N, H, S	Анализатор EA-1110	0.1 %	Образцы почв, растений, тканей животных и др.
Породообразующие элементы (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Ti, Na, K)	Рентгено-флуоресцентный спектрометр VRA-30	0.01 %	Образцы почв, горных пород, промышленных материалов
Микроэлементы и тяжелые металлы	Спектрометр с индуктивно связанной плазмой Spectro Ciros, атомно-абсорбционные спектрометры МГА 915, Квант-Z-ЭТА, Hitachi-180-60	$10^{-7} - 10^{-4}$ %	Образцы природных, сточных вод, физиологических растворов, твердых матриц после их деструкции и перевода в раствор
Естественные и искусственные радионуклиды	Альфа, гамма-спектрометрический комплекс «Прогресс»	0.1 Бк/кг	Образцы природных вод, почв, растений, тканей животных

Таблица 2

Вещественный анализ

Определяемый компонент	Метод	Объект исследования
Аминокислоты (гидролиз белков)	ВЭЖХ	Образцы почв, растений, тканей животных
Полиароматические соединения	ВЭЖХ	Образцы природной вод и сточных вод атмосферных осадков, почв, растений
Фенолы, хлорфенолы	ГЖХ	Образцы природной вод и сточных вод атмосферных осадков, почв, растений
Фитоэксдистериоды	ВЭЖХ	Образцы растений
Углеводы, олигосахариды	ВЭЖХ	Образцы растений

Примечание: ВЭЖХ – высокоэффективная газовая хроматография, ГЖХ – газожидкостная хроматография.

ти, идентифицировать и количественно определить: фрагменты алифатических цепочек; функциональные группы карбоновых кислот и их эфиров, спиртов, простых эфиров, углеводов; ароматические фрагменты фенолов, хинонов и др. (рис. 1). Это направление исследований получило практическое развитие в отделе почвоведения, более широкое применение сдерживается необходимостью съемки спектров ^{13}C -ЯМР в крупных научных центрах Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга.

Важнейшая составляющая КХА – компетентность лабораторий, осуществляющих измерения. Существующая практика, принятая во всех странах, основывается на необходимости прохождения каждой лабораторией определенной процедуры – аккредитации, цель которой – оценка независимыми эксперта-

ми, так и метрологически проработанной системой оценки качества получаемых результатов. Чтобы решить имеющиеся проблемы, необходимы совместные усилия непосредственных пользователей этими методиками и специалистов, подготовленных в сфере аттестации методик выполнения измерений (МВИ). Это достаточно длительная и кропотливая работа. Поэтому целесообразно подумать о создании в структуре лаборатории «Экоаналит» группы метрологического обеспечения МВИ в области КХА.

С 1 ноября 2002 г. введен в действие ГОСТ Р ИСО 5725-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Данный стандарт представляет собой полный аутентичный текст международного стандарта ИСО 5725. В нем регламентированы принятые в международной практике

основные положения и определения понятий в области оценки точности методов и результатов измерений. Это чрезвычайно важно для процедур оценки соответствия при взаимном признании результатов испытаний и измерений. Так, в качестве основного вида деятельности для оценки качества работы лаборатории признаются межлабораторные сравнительные испытания (МСИ). Для этого аккредитованы аналитические центры – координаторы проведения МСИ, которые готовят специальные программы МСИ в области КХА, например, поверхностных вод (ЗАО «РОСА, г. Москва»), почв и растительных материалов (ЦИНАО, г. Москва). Участие в этих программах осуществляется на платной основе и добровольно, но (!) обязательно, поскольку постановка вопроса о компетентности лаборатории неправомерна, если она не способна гарантировать и подтверждать качество получаемых результатов. Лаборатория «Экоаналит» уже имеет немалый и очень полезный опыт участия в международных и внутрисекторских МСИ. Результаты последних испытаний представлены в табл. 3.

Следует отметить, что в действующих рекомендациях и методиках речь идет об оперативном контроле точности, который фактически не дает никакой информации о качестве выполняемых в лаборатории измерений и противоречит международной практике QC (Quality Control – контроль качества), предусматривающей накопление статистических данных в течение длительного периода времени. ГОСТ Р ИСО 5725 акцентирует внимание на одном из методов оценки качества результатов анализа, полученных с использованием одной методики в течение длительного промежутка времени, – применении контрольных карт Шухарта для статистического контроля точности измеренных значений характеристики. Например, в течение 2002 г. контроль точности результатов анализа почв на содержание тяжелых металлов (лаборатория «Экоаналит») проводили с использованием стандартных образцов, в том числе ТЭП-3 (рис. 2). Точность результатов анализа на содержание кадмия и меди в образце удовлетворительная. Однако измеренные значения массовой доли кадмия (II) равномерно отклоняются от опорного значения в положительную и отрицательную стороны, что свидетельствует о влиянии только случайных факторов на результаты измерений, а четыре последних одинаковых знака систематической составляющей погрешности измерения содержания меди (II) указывают на необходимость выяснения причин подобных отклонений.

Ранее в соответствии с требованиями нормативных документов каждому

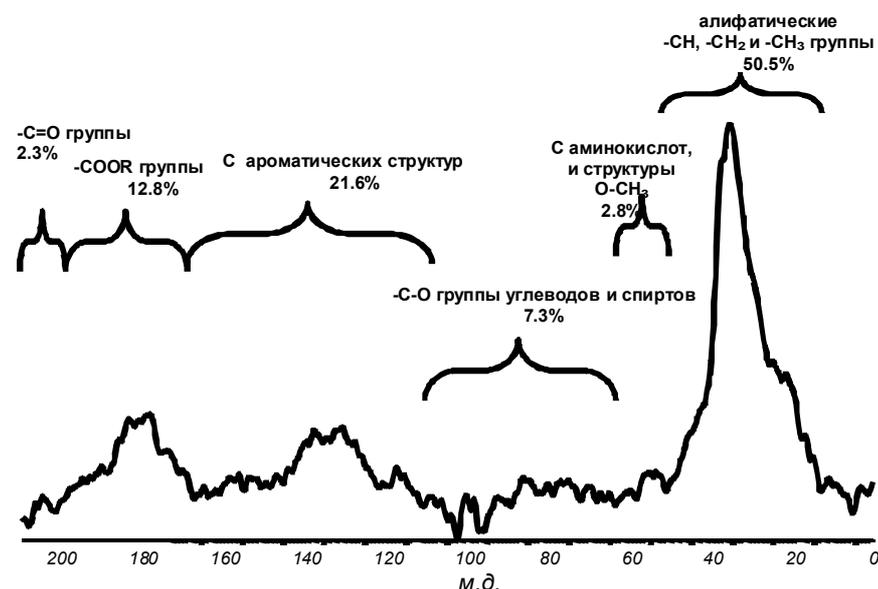


Рис. 1. Типичный твердофазный ^{13}C -ЯМР спектр гумусовых веществ (на примере препарата гуминовых кислот, выделенных из горизонта A2hg торфянисто-подзолистоголеватой почвы).

**Результаты межлабораторных сравнительных испытаний
(Аналитический центр контроля качества воды ЗАО «РОСА», г. Москва)**

Контролируемый показатель	Число лабораторий – участников МСИ	Единица измерения	Результат анализа лаборатории «Экоаналит»	Аттестованное значение	Разброс значений результатов анализа лабораторий – участников МСИ
Нитриты	32	мг/дм ³	0.37 ± 0.08	0.375 ± 0.007	0.32 ÷ 0.47
Фенол	17	мкг/дм ³	8.9 ± 1.3	9.3 ± 0.2	7.0 ÷ 11.0
Аммоний	34	мг/дм ³	0.29 ± 0.06	0.265 ± 0.005	0.22 ÷ 0.76
ХПК	18	мг/дм ³	40 ± 4	40.0 ± 0.5	34.8 ÷ 47.3

результату анализа приписывали погрешность, рассчитанную при метрологическом исследовании методики и закрепленную за методикой при ее аттестации. В ГОСТ Р ИСО 5725-2002 введено дополнительное понятие – погрешность лаборатории. Таким образом, лаборатория имеет право оценить свою погрешность для каждой МВИ, если она не превышает приписанную.

Процедура метрологического исследования МВИ, реализованная в Институте биологии при подготовке ряда методик [1, 2], также претерпела значительные изменения. Ранее для оценки метрологических характеристик аналитических измерений содержания компонента в исследуемых объектах достаточно было провести внутрилабораторный эксперимент. Современный регламент аттестации методик количественного химического анализа предписывает проведение межлабораторного эксперимента с участием не менее восьми лабораторий с соблюдением идентичных условий измерений (одинаковые метод, референтные материалы). Только при метрологическом исследовании методик, требующих уникального оборудования, допускается статистическая обработка результатов внутрилабораторного эксперимента.

Следует также обратить внимание на представленную в стандарте ГОСТ Р ИСО 5725 новую терминологию. Например, вместо понятия случайная погрешность вводится *прецизионность*, условия сходимости – *условия повторяемости*, промах – *выброс*, стандартное значение концентрации компонента в системе, по которому выясняют правильность выполнения измерений – *опорное значение*, критерии качества результатов анализа – *предел повторяемости*, *воспроизводимости*, *точности* и т.д.

Это лишь краткие описания изменений в метрологическом обеспечении МВИ в связи с введением ГОСТ Р ИСО 5725.

Внедрение новых требований в практику лабораторий через систему индивидуальных консультаций или тематическое обучение групп сотрудников ос-

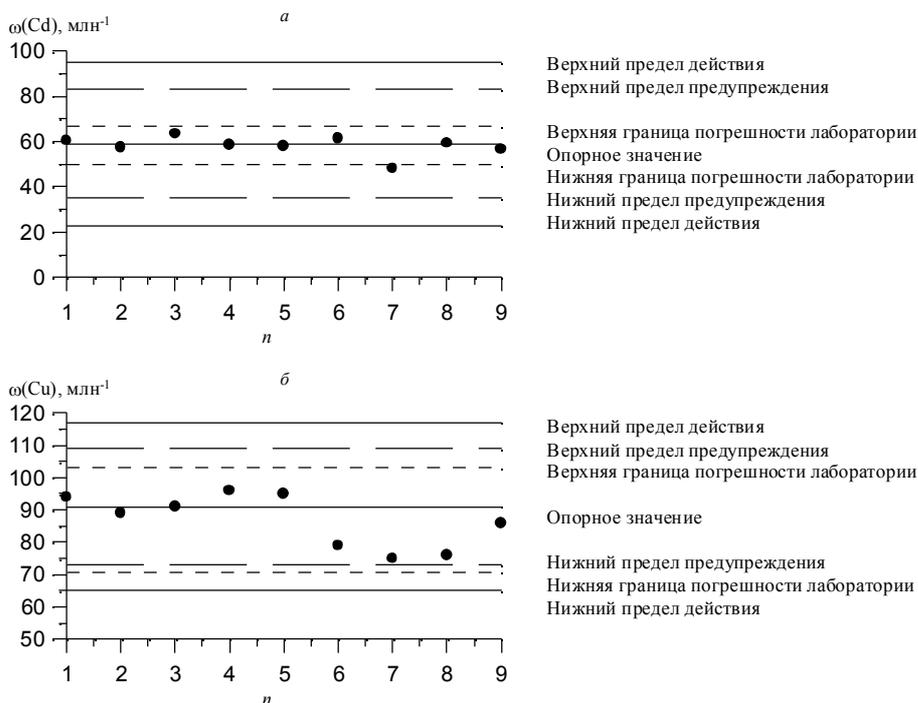


Рис. 2. Карты Шухарта результатов анализа стандартного образца почв ТЭП-3 на содержание кадмия (II) (а) и меди (II) (б).

новым знаниям в области метрологического обеспечения КХА и в целом МВИ требует постоянной профессиональной работы метрологически подготовленных специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ванчикова Е.В., Кострова С.Н., Абрамова Н.Ю. Методика выполнения измерений. Количественный химический анализ. Определение массовой концентрации хлорид-ионов в природных, очи-

щенных сточных водах, атмосферных осадках и снежном покрове методом фотометрического меркуриметрического титрования. МКХА № 88-17641-24-2001. Сыктывкар, 2001. 11 с.

2. Определение содержания аминокислот в растительных образцах и гидролизатах белков методом жидкостной хроматографии на ионообменных смолах. МКХА № 88-17641-39-2002 / Е.В. Ванчикова, Б.М. Кондратенко, Л.Р. Зубкова и др. Сыктывкар, 2003. 25 с. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Дымовой Ольге Васильевне, Лодыгину Евгению Дмитриевичу, Москалеву Алексею Александровичу, Шамриковой Елене Вячеславовне – лауреатам программы «Выдающиеся ученые. Кандидаты и доктора наук РАН», победителям конкурса «Лучшие ученые РАН» за 2004 год!

Газета «Поиск», № 3(765)





28 января 2004 года состоялся итоговый ученый совет Института биологии Коми НЦ УрО РАН. С традиционным докладом о научной и научно-организационной деятельности Института биологии в 2003 году выступил директор Института А.И. Таскаев.

В отчетном 2003 г. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН проводил фундаментальные эколого-биологические исследования согласно утвержденным Основным заданиям по плану НИР и плану мероприятий по реализации результатов НИР. Всего по планам НИР выполнялась 41 тема, по планам реализации результатов НИР – 27 тем. Выполнение тем НИР, за исключением работ по контрактам, на договорной основе и на средства зарубежных грантов, обеспечивалось базовым бюджетным финансированием (23 темы) и целевым финансированием из средств Минпромнауки РФ (три темы). Все работы велись в соответствии с Основными политикой Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу и основными направлениями фундаментальных исследований РАН.

Научно-исследовательская деятельность проводилась по программам фундаментальных исследований РАН (шесть тем) и тематических отделений РАН (Отделение биологических наук – 16 тем; Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления – одна тема). В 2003 г. семь тем было поддержано грантами РФФИ и РФФИ-Урал.

В 2003 г. завершены исследования по одной госбюджетной теме, 13 тем переходят на последующий период.

Общий объем публикаций сотрудников Института составил 350 п.л., что составляет 2,0 п.л. на одного научного сотрудника, включая аспирантов. В научных изданиях Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга и Сыктывкара вышли в свет девять монографий.

В 2003 г. планирование тем научно-исследовательских работ на 2004 г., финансируемых из госбюджета, проведено на конкурсной основе. В план работ Института включено 13 продолжающихся тем и 3 новых темы: лаборатории беспозвоночных животных, твор-

ческого коллектива сотрудников отдела почвоведения и лаборатории «Экоаналит» под руководством с.н.с., к.б.н. Е.Д. Лодыгина, а также группы сотрудников лаборатории биохимии и биотехнологии растений под руководством с.н.с, к.т.н. А.С. Селиванова.

Результаты работы обобщены в брошюре «Основные итоги научной и научно-организационной деятельности Института биологии Коми НЦ УрО РАН в 2003 году» (Сыктывкар, 2004. 120 с), где изложены важнейшие результаты законченных фундаментальных и прикладных исследований в области скрининга и биотехнологии биологически активных веществ; радиобиологии; физиологии растений; структурно-функциональной организации экосистем, динамики популяций и механизмов устойчивости сообществ; биологического разнообразия и его сохранения; гидробиологии и ихтиологии; проблем леса; проблем почвоведения; проблем интродукции, а также важнейшие законченные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, готовые к практическому использованию. Обобщены основные результаты работ по программам РАН и федеральной целевой научно-технической программе и целевой программе интеграции науки и высшего образования, а также по грантам РФФИ и РФФИ-Урал-2001. Приведены результаты научно-исследовательских работ по темам, финансируемым из бюджета Республики Коми, и основные итоги научно-организационной деятельности. Представлен библиографический указатель опубликованных научных работ сотрудников Института в 2003 году, включая авторефераты диссертационных работ, учебные пособия и методические рекомендации, справочно-научные и научно-информационные материалы.

Научная сессия итогового ученого совета была посвящена вопросам международного сотрудничества. Некоторые материалы мы публикуем в этом выпуске «Вестника».

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ В 2003 ГОДУ

к.б.н. **В. Пономарев**, зам. директора по научным вопросам

Этим материалом мы продолжаем ежегодное подведение итогов деятельности Института биологии уже на страницах «Вестника». Следует сразу же отметить, что и в ушедшем году шла напряженная работа сразу по целому ряду направлений. В учреждении и/или при его организующем начале проходили запланированные и достаточно спонтанные мероприятия, сотрудники ездили в заграничные командировки и принимали зарубежных коллег, инициировали новые контакты и развивали уже имеющиеся.

Но прежде чем сделать краткий обзор нашей международной деятельнос-

ти в 2003 г., хотелось задержать внимание нашего уважаемого читателя на следующем обстоятельстве. Существует мнение, особенно распространенное в среде убежденных скептиков в отношении самой необходимости количественного и качественного роста международных научных связей, сводящееся к тому, что ряд несомненных достижений нашего Института в области международного сотрудничества отнюдь не является лишь следствием того действительно замечательного обстоятельства, что именно в нашем регионе сохранились наиболее крупные в Европе и по большому

счету слабо или вовсе незатронутые хозяйственной деятельностью человека территории. И по-прежнему не зарегулированные и свободные от химических загрязнений многочисленные водотоки. А также более или менее близкое к естественному биологическое разнообразие, естественным образом привлекающие внимание зарубежных коллег, озабоченных поиском фоновых территорий при подготовке рекультивационных и реабилитационных мероприятий в своих пусть ухоженных, но давно уже лишившихся естественной природы странах.

Но всего этого совершенно недостаточно для инициализации даже небольшой совместной темы. За всеми без исключения проектами и соглашениями стоит настойчивый и, как правило, мало заметный труд по-прежнему (к сожалению) весьма ограниченного числа наших наиболее активных и по-хорошему «продвинутых» сотрудников. Что уж греха таить, ежегодно абсолютное большинство поданных нами на международные конкурсы многочисленных заявок и программ не получает финансирования, порой впору опустить руки от обиды за очередной «проваленный», но при этом, казалось бы, совершенно безупречный проект... Только за последние дни пришли совсем безрадостные известия о «непрохождении» совместных – с участием Института биологии – заявок интернациональных творческих коллективов на финансирование их шведским научным фондом, финской академией, Европейской Комиссией (причем в последнем случае речь шла о подготовленной в течение нескольких месяцев представителями 40 организаций из нескольких европейских стран заявке на реализацию проекта «Устойчивое развитие европейской Арктики в изменяющихся условиях окружающей среды – Sustainable development of the European Arctic in a changing Environment (ARCNET)», признанной многими авторитетными экспертами как действительно интересной и многообещающей)...

И за любой двух- или многосторонней инициативой, еще задолго до того, когда она – если к тому же и «повезет» – воплощена в официальном соглашении и реальной деятельности, стоит повседневная рутинная, нудная работа, тоже далеко не всегда завершающаяся официальным протоколом подписания контракта и лишь изредка, еще раз подчеркнем, находящая свой выход в реальных свершениях, исследованиях, результатах.

Конечно, иной раз появляется труднопреодолимое желание избежать со-

вершенно очевидных с самого начала своей бесперспективности встреч с очередной когортой делегаций и вояжеров, действующих от имени порой достаточно авторитетных международных организаций и программ, однако заведомо нацеленных лишь на самоподдержание, самовоспроизведение своих структур и отработка командировочных (не секрет, что значительная доля средств некоторых грантов не доходит до регионов и/или конкретных исполнителей, а оседает на различных этапах такой «трофической лестницы» посредников и экспертов). Но уж что поделать, это вполне обычная практика всегда сложного и многотрудного формирования новых проектов.

Обращаясь же к основной цели данной публикации, в первую очередь отметим, что в ушедшем году успешно завершен международный проект «Устойчивое развитие печорского региона в изменяющихся условиях природы и общества (SPICE)», финансируемый Программой INCO-COPERNICUS-2 из средств Пятой Программы Европейской Комиссии (науч. рук. А.И. Таскаев, отв. исп. В.И. Пономарев). Проект был рассчитан на три года (1.04.2000-1.04.2003 гг.) и включал ряд пакетов программ, три из которых, а также создание геоинформационной системы «Печорский регион» выполнены Институтом биологии.

Результаты проекта представлены на совместной конференции исполнителей «SPICE» и представителей государственных, научных, общественных и частных организаций и учреждений, а также всех желающих, которая состоялась 27-28 февраля ушедшего года в г. Печора («Вестник Института биологии» № 3 за 2003 г.), и на Ученом совете Института биологии 28 января сего года. На страницах данного выпуска «Вестника» представлен ряд материалов, посвященных результатам проекта «SPICE».

Европейская комиссия официально

подтвердила принятие всех технических и финансовых отчетов от всех десяти участников проекта, их полное соответствие требованиям и первоначальной рабочей программе. Осталось выпустить с самого начала запланированный компакт-диск с результатами проекта, напечатать тираж краткого варианта окончательного отчета на русском языке, продолжить публикацию научных результатов.

Сегодня на страницах «Вестника» считаем за честь принести искреннюю признательность всем сотрудникам института, которые – каждый в силу своих возможностей – обеспечили успех при реализации пока самого крупного в истории Института биологии международного проекта. Вот полный список наших коллег-участников проекта «SPICE»: М. Батурина, К. Бобкова, С. Вавилова, И. Дальке, С. Дегтева, Г. Железнова, Н. Кемаева, Е. Кулюгина, С. Кузин, А. Кустышева, И. Лавриненко, О. Лавриненко, А. Лажанев, Ю. Лешко, С. Макаров, С. Наймушина, Н. Новикова, А. Патов, Е. Патова, С. Плюснин, О. Поляница, В. Пономарев, И. Рапота, Е. Робакидзе, Е. Роговцева, И. Романова, Н. Сердитов, М. Сивков, Л. Стахивева, А. Стенина, А. Таскаев, В. Тужилкина, Е. Фефилова, В. Шубина.

Также успешно завершен международный проект «Генетическое разнообразие, популяционная биология и статус охраны исчезающего лишайника *Lobaria pulmonaria* по трансекте с запада на восток через Евразию» по программе «SCOPES 2000-2003 – Научное сотрудничество между Восточной Европой и Швейцарией» Швейцарского национального научного фонда (отв. исп. Т.Н. Пыстина), основное внимание на завершающем этапе которого акцентировалось на разработке и тестировании стратегии по сохранению лишайника *Lobaria pulmonaria* в девственных лесах. Работа с трансплантированными частями талломов лишайника будет продолжена в следующем году.

СРОЧНО В НОМЕР

По сообщению руководителя Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Минприроды России по Республике Коми А.Н. Попова и главного специалиста Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми Т.И. Тюпенко, на состоявшемся 20-24 января в г. Сванхвуд (Норвегия) заседании российско-норвежской смешанной комиссии по окружающей среде было принято решение о включении в список на финансирование в 2004-2005 гг. заявок на проекты Института биологии «Выявление ключевых районов для пискульки, гнездящейся в Баренцевоморском регионе» (отв. исп. Ю.Н. Минеев), «Оценка биологического разнообразия озер Приполярного и Полярного Урала и картирование популяций жилой формы гольца *Salvelinus alpinus*» (отв. исп. В.И. Пономарев) и «Оценка биологического разнообразия экосистем ООПТ «Девственные леса Коми (объект Всемирного наследия природы ЮНЕСКО)» (отв. исп. С.В. Дегтева).

По результатам конкурса правительственной программы Королевства Нидерланды «Partners for Water Program» получил поддержку коллективный, включая Институт биологии, междисциплинарный российско-голландский проект «Интегрированная система управления бассейном реки Печора (PRISM)» (отв. исп. В.И. Пономарев, С.В. Дегтева, В.В. Елсаков, А.Л. Федорков).

Согласно контракту между Институтом РИЗА (Министерство транспорта, общественных работ и водопользования, Лелистад, Голландия) и Институтом биологии по проекту «PRISM», выполняемого с 1.06.2003 г. по 15.12.2004 г. (отв. исп. В.И. Пономарев, С.В. Дегтева, А.Л. Федорков), а также в рамках соглашения о сотрудничестве между организацией «Alterra» (Вагенинген, Голландия) и Института биологии для выполнения российско-голландского проекта «Интегрированное изучение бассейна реки Печора (PRIST)», финансируемого Научным фондом Голландии и рассчитанного на период с 1.04.2002 г. по 31.12.2004 г. (отв. исп. В.И. Пономарев), проведены полевые геоботанические, лихенологические, почвоведческие, лесозоологические, энтомологические, орнитологические, гидробиологические, гидрохимические и ихтиологические исследования в бассейнах р. Велью, верхнего течения р. Печора, Печора и на побережье Коровинской, Печорской и Кузнецкой губы Баренцева моря. По результатам этих экспедиций создана комплексная база данных по биологическому разнообразию обследованных в рамках проекта в 2002-2003 г. модельных участков бассейнов рек Печора, Большая Сыня и Велью. Заключены договоры субподряда с рядом российских организаций – участников проекта. Подготовлен и опубликован отчет «Report of a field work mission to the Upper Pechora».

Согласно плану работ на 2003 г. и в рамках выполнения международного проекта INTAS-01-0512 «Биологические и педологические эволюционные тренды в реперных экосистемах с подзолистыми почвами при изменении климата и антропогенных воздействиях» с участием Института биологии проведены исследования эталонных экосистем на подзолистых почвах разной степени гидроморфизма (отв. исп. Г.А. Симонов).

В рамках соглашения о долгосрочном сотрудничестве между Лесным обществом Helgeland (Мосьен, Норвегия) и Институтом биологии начаты работы по российско-скандинавскому проекту «Лиственница» (2003-2004 гг.), финансируемому секретариатом Совета Баренцева евроарктического региона (отв. исп.

А.Л. Федорков). Первая фаза проекта предусматривает создание в Республике Коми географических культур лиственницы различного происхождения (от Камчатки до Архангельской области).

Также успешно завершен проект Академии Финляндии «Реакция Арктики на глобальное потепление: оценка в циркумполярном масштабе (АРКТИКА)», рассчитанный на период с 1.09.1999 по 31.12.2002, продленный на 2003 г. и нацеленный на определение возможного отклика Арктики на глобальное потепление. В рамках этого проекта выполнен мониторинг химического состава воды из р. Хоседаю и проведен лабораторный анализ образцов почв, отобранных в Финляндии и Канаде (отв. исп. Б.М. Кондратенко).

Несмотря на то, что пятилетний (1997-2002) грант NSF (National Science Foundation) США № OPP-9732051 «Циркумполярный мониторинг деятельного слоя почв и грунтов – CALM», предоставленный университету г. Цинцинатти (США), успешно завершился еще в 2002 г. (отв. исп. Г.Г. Мажитова), в 2003 г. были выделены дополнительные средства на поддержание российских площадок CALM со снегомерной съемкой и полным комплексом осенних работ (замеры глубины протаивания, объемной влажности почв, нивелирование с целью определения осадки поверхности, считывание и программирование температурных логов и др.).

В рамках еще одного российско-голландского проекта Научного фонда Голландии «Климатические изменения и их влияние на речные системы в Западной и Восточной Европе: сравнение с прошлым и прогноз для будущего» с участием Института биологии (отв. исп. Г.Г. Мажитова) подготовлен пакет данных для валидации модели деятельного слоя и прогнозирования его поведения при изменениях климата.

В соответствии с программой нового для Института биологии проекта Международного научно-технического центра (МНТЦ) «Разработка технологии микробиологической утилизации органоминерального нефтяного сорбента» (отв. исп. И.Б. Арчегова) в 2003 г. производились поиск углеводородокисляющих микроорганизмов, пополнение коллекции, проведение лабораторных испытаний.

По согласованному плану на 2003 г. и в рамках госбюджетной темы Института «Физиолого-биохимические основы адаптации и репродукции растений в холодном климате» (отв. исп. Т.К. Головки) проведены совместные с группой зарубежных ученых полевые работы в

составе эколого-физиологического отряда.

19 сотрудников Института биологии приняли участие в различных мероприятиях за рубежом, поддержанных грантами оргкомитетов, приглашающими организациями, из средств международных проектов Института и других источников: 5-я международная конференция «Будущее окружающей среды» в Швейцарии (О.Ю. Минеев и Л.Г. Хохлова), совместное совещание международной рабочей группы по мерзлотным почвам IUSS-IPA и рабочей группы по экологии почв общества почвоведов Германии (Г.Г. Мажитова), 7-е европейское рабочее совещание по почвенной зоологии в Чехии (Е.Б. Куприянова и А.А. Таскаева), международный симпозиум «Водоросли в биологическом состоянии водоемов – угроза или поддержка?» в Польше (Е.Н. Патова), симпозиум «Содержание и функции различных типов природных органических веществ в почве и воде» в Швеции (Е.Д. Лодыгин), 3-я международная конференция молодых ученых «Леса Евразии – белые ночи» в Финляндии (Т.А. Пристова), 8-я международная конференция по вечной мерзлоте и совещание рабочей группы по мерзлотным почвам IUSS/IPA в Германии (Г.Г. Мажитова), 6-й международный симпозиум по структуре и функциям корней «Развитие корней растений и адаптация к стрессу» в Словакии (Е.В. Гармаш), совместные полевые работы по гранту ИНТАС-01-512 в Чехии (Г.А. Симонов и С.В. Дегтева), 8-й международный конгресс «Экология и технологии» в Греции (Е.В. Шамрикова), 2-я международная конференция «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» в Белоруссии (О.А. Лоскутова и В.М. Садырин), Европейский конгресс по защите окружающей среды от воздействия ионизирующей радиации под эгидой МАГАТЭ в Швеции (А.А. Москалев), 3-я международная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» в Белоруссии (С.П. Маслова), 3-е совещание Международного контактного форума по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе и рабочее совещание по проекту «PRISM» (В.И. Пономарев и А.Б. Захаров), наконец, официальный визит делегации Республики Коми и Ненецкого автономного округа в Голландию (А.И. Таскаев и В.И. Пономарев).

В 2003 г. Институтом биологии организованы и проведены три международные конференции с участием иностранных ученых и специалистов: III (XXVI) международная конференция по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря

и внутренних водоемов европейского Севера» (Сыктывкар, 11-15 февраля 2003 г.), международная конференция участников проекта ЕС «SPICE» и представителей государственных, научных, общественных и частных организаций и учреждений (Печора, 27-28 февраля 2003 г.) и международная конференция «Стационарные лесозоологические исследования: методы, итоги, перспективы» (Сыктывкар, 15-18 сентября 2003 г.).

Институт биологии также выступал в качестве принимающего иностранных ученых и специалистов учреждения. В работе III (XXVI) международной конференции по проблеме «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера» (11-15 февраля) приняли участие семь сотрудников ряда организаций из Голландии (институт РИЗА, центр по изучению дикой природы «Альтерра», Департамент исследований, Дельфт и исследовательский центр «Демис») и Норвегии (Сванховдский экологический центр и Директорат управления природой). В совместной конференции участников международного проекта «СПАЙС» и представителей государственных, общественных и частных организаций и учреждений Республики Коми и НАО, а также жителей печорского региона в г. Печора (26 февраля-1 марта) участвовали шесть ученых

из Финляндии (Университет Лапландии Арктического центра и Институт исследований леса), Великобритании (Университетский колледж Лондонского университета, университеты Ноттингема и Абердина) и Голландии (институт РИЗА). Участие в международной конференции «Стационарные лесозоологические исследования: методы, итоги, перспективы» (14-19 сентября) приняли специалисты из Финляндии (Институт исследований леса) и Китая (Северо-Восточный институт).

В совместных полевых исследованиях в рамках российско-голландского проекта «PRISM» с 21 мая по 23 августа 2003 г. приняли участие 16 специалистов из Голландии (университет Гронингена, институт РИЗА, исследовательские центры «Дельфт гидравликс» и «Альтерра») и Дании (Национальное агентство лесов и природы). Для работ по госбюджетной теме Института биологии «Физиолого-биохимические основы адаптации и репродукции растений в холодном климате» с 1 по 14 июля были приглашены два польских исследователя из Ягеллонского университета и Педагогического университета Кракова. В совместных полевых работах в рамках гранта INTAS-01-512 с 11 по 14 августа участвовали семь научных сотрудников из Италии (университет Турина), Великобритании

(университет Уэльса) и Чехии (Институт экологии ландшафтов), а по проекту «Лиственница» (24.08-5.09.03) – три исследователя из Норвегии (Сельскохозяйственный колледж) и Швеции (Университет сельскохозяйственных наук).

В состав официальной голландской делегации для завершения подготовки и согласования российско-голландской программы «PRISM» (23-25 мая) вошли шесть руководителей и сотрудников института РИЗА и центра «Альтерра», а в рабочей встрече по тому же проекту в Институте биологии 24-28 ноября с.г. участвовали еще четверо сотрудников института РИЗА, а также исследовательских центров «Альтерра» и «Демис». В другой официальной встрече для завершения подготовки и согласования программы МНТЦ по Институту биологии Коми НЦ УрО РАН 15-17 июня принял участие японский специалист.

Осталось добавить, что нашей основной задачей остается повышение уровня и увеличение спектра исследований Института биологии на основе расширения самых разнообразных контактов с зарубежными учеными и организациями и – параллельно, вовлечения в сферу этой деятельности максимального возможного числа наших сотрудников. Именно здесь у нас сохраняется весьма и весьма значительный потенциал.

ЮБИЛЕЙ

Все, кто когда-либо сталкивался с определением растений – сотрудники института, дачники-любители, знахари-травники и даже эксперты-следователи – знают, что в Институте биологии есть сотрудник лаборатории геоботаники и сравнительной флористики **Улле Зинаида Георгиевна** – квалифицированный специалист, который даст исчерпывающую консультацию по интересующим вопросам. Знания, полученные в Ленинградском государственном университете на кафедре ботаники у ведущих отечественных специалистов, применяет Зинаида Георгиевна в ежедневной кропотливой работе по определению растений. Исключительно серьезный, вдумчивый, добросовестный исследователь, автор описания отдельных родов во «Флоре северо-востока европейской части СССР», открывший совместно с Н.А. Миняевым два новых для науки вида лядвенца – печорский и двинский, она стала лауреатом премии Ленинского комсомола. Из своих многочисленных экспедиций по Тиману и Уралу Зинаида Георгиевна привозит не только коллекции представителей местной флоры, но и семена и живые растения редких видов для посадок, дальнейших наблюдений в культуре. Являясь куратором гербария, она большое внимание уделяет научной обработке гербарных коллекций, составляет карты-ареалы для международного издания «Атлас флоры Европы» (Хельсинки). Большим успехом пользуются научно-популярные издания «Дары тайги», «Таежная аптека», написанные ею в соавторстве, а очерки, опубликованные в «Энциклопедии Республики Коми», знакомят читателей со многими растениями нашей республики.

Дорогая Зинаида Георгиевна!

*Коллектив Института биологии горячо поздравляет Вас со славной юбилейной датой.
Желаем Вам здоровья, счастья, успехов во всех делах!*



БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПЕЧОРСКОГО РЕГИОНА

к.б.н. В. Пономарев, А. Стенина, к.б.н. О. Лоскутова, к.б.н. Е. Патова

К числу важнейших проблем современной экологии многие исследователи относят сохранение биоразнообразия и стабильности биосферы, экосистем, сообществ и популяций. Исследования этих качеств биологических систем позволяют своевременно найти способы противодействия внешним влияниям, связанным с климатическими и социо-экономическими изменениями.

Основной целью данной работы является оценка биологического разнообразия водных сообществ печорского региона и влияния на него ряда факторов. Наши исследования основаны на изучении основных индикаторов водного биоразнообразия выбранных (по контрасту) условно «чистых» и «загрязненных» водоемов. В сообщении под термином «Печорский регион» понимается не только собственно водосбор крупнейшей североευропейской реки Печора, но и примыкающие к нему бассейны рек Морею и Нерута вместе со связующими два этих водотока участками побережья и печорской дельты.

На восьми модельных полевых участках исследовано разнообразие диатомовых, цианобактерий, бентоса и рыб. Всего изучено 42 водных объекта в различных районах европейского Северо-Востока (Малоземельская и Большеземельская тундры, средняя тайга, предгорные районы Приполярного и Северного Урала). Изучены водоросли планктона, эпифитона, эпилимниона и фитобентоса, зообентос и дрейф, а также ихтиофауна разнотипных водоемов бассейнов рек Ижма, Ухта, Сюзью (полевой участок условно обозначен как F1), Белая Кедва (F2) Ортина (F3), Нерута (F4), Светлый Вуктыл (F5), Малый Паток (F6) (F7) и Морею (F8). Как правило, выбранные водоемы или их участки в этих районах ранее не были исследованы в отношении характеристики биоразнообразия водных сообществ.

Сбор полевых материалов выполнен общепринятыми методами из различных местообитаний. Для оценки уровня видового разнообразия использованы индексы $PIE=1-\Sigma p^2(i)$, $S=(\Sigma [p^2(i)])^{-1}$, $S_g=[\Sigma \sqrt{p(i)}]^2$, $H=-\Sigma p(i)\log p(i)$, $SH=\exp(H)$. Относительную плотность рыб характеризовали при помощи показателя индексной оценки плотности рыб из расчета среднего количества отловленных за единицу времени и на единицу рыболовного усилия экземпляров (экз/ус. час).

Работа выполнена в рамках международного проекта «Устойчивое развитие печорского региона в изменяющихся условиях природы и общества (SPICE)», финансируемого в 2000-2003 гг. программой INCO-COPERNICUS-2 из средств Пятой Программы Европейской Комиссии (номер контракта ЕС ICA 2-CT-2000-10018).

Результаты. Диатомовые. В водоемах исследованного региона выявлено 528 видов с внутривидовыми таксонами диатомовых водорослей из 17 семейств и 45 родов. Видовое богатство обусловлено разнотипностью, расположением водоемов в разных географических зонах и наличием/отсутствием антропогенного влияния. Наиболее разнообразны семейства Naviculaeae (200), Achnantheae (52), Nitzschiaceae (50), Eunotiaceae и Fragilariaceae (по 48 видов с разновидностями).

Полученные значения близки к величине видового богатства диатомовых водорослей для восточной части Большеземельской тундры, где к настоящему времени выявлено 622 вида с разновидностями из 46 родов и 17 семейств. Сходным является и набор ведущих семейств, за исключением семейства Cymbellaceae. Флористическое богатство неодинаково в районах рек Малый Паток, Морею (фоновая территория) и Ортина (слабонарушенная территория) с различными типами озер.

Таблица 1

Флористическое богатство Bacillariophyta в водоемах печорского региона

Число таксонов	Полевые участки							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Семейства	16	16	17	16	16	16	17	17
Роды	33	34	40	35	33	40	35	38
Виды, разновидности, формы	129	158	291	230	160	353	221	312

Выявлены различия в развитии и разнообразии диатомовых разнотипных водоемов. Диатомовые водоросли в стоячих водоемах развиты неравномерно. Флористическое богатство и обилие их в ледниковых и пойменных озерах тундры выше, чем в термокарстовых. Высоким разнообразием отличаются ледниковые озера в бассейне р. Малый Паток. Доминантами и субдоминантами в стоячих водоемах исследованных районов являются виды родов *Aulacoseira*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Asterionella*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Anomooneis*, *Frustulia*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Gomphonema* и *Nitzschia*, как и в водоемах востока Большеземельской тундры. Среди преобладающих видов в пойменных озерах встречаются преимущественно виды – индикаторы мезотрофных вод: *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Cymbella ventricosa*, *Fragilaria pinnata* и *F. construens var. venter*. Исследованные термокарстовые озера отличаются преобладанием *Tabellaria flocculosa*. В таежных реках Светлый Вуктыл, Малый Паток, Ижма, Ухта, Белая Кедва диатомовые водоросли более обильны в сравнении с реками тундровой зоны. Наиболее богаты видами чистые реки Малый Паток, Морею и Белая Кедва. Основное значение в речных сообществах имеют виды родов *Melosira*, *Aulacoseira*, *Meridion*, *Hannaea*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Didymosphenia*, *Epithemia*, *Nitzschia*. Особенности гидрологического и гидрохимического режима рек обуславливают состав диатомовых водорослей и структуру их сообществ.

Реофильные, преимущественно ксеносапробные и олигосапробные виды *Meridion circulare*, *Hannaea arcus*, *Diatoma hiemale var. hiemale*, *D. hiemale var. mesodon*, *Gomphonema ventricosum*, *Didymosphenia geminata* развиваются в реках Малый Паток и Светлый Вуктыл в предгорьях Приполярного Урала с холодной мало минерализованной водой и относительно

высокой скоростью течения. Состав ведущих видов сходен с таковым для других водотоков Урала.

Диатомовые водоросли использованы для выявления нарушений экосистем в условиях антропогенного влияния. На примере двух пойменных озер бассейна р. Ортина со сходными морфометрическими характеристиками проведен сравнительный анализ эпифитона из чистого (фонового) озера, удаленного от буровых площадок, и озера импактной зоны вблизи законсервированной скважины. Сходство состава и доминирующих комплексов диатомей в этих озерах выше среднего. Значения коэффициента сходства Сёренсена-Чекановского для состава (присутствие/отсутствие) и с учетом обилия видов равны 0.64-0.65. Отличия обусловлены развитием в импактном озере малочисленных видов с широкой экологической амплитудой. Значительные различия выявлены при анализе экологической структуры доминирующих комплексов. В эпифитоне озера у буровой скважины по сравнению с фоновым (рис. 1) в 1.5 раза больше доля видов – индикаторов органического загрязнения (57.7 и 36 %) и эвтрофности (46 и 30 % соответственно).

Спектры видов доминирующего комплекса по отношению к рН и содержанию солей в воде отличаются в импактном озере по сравнению с фоновым более высокой долей алкалофильных (36 и 27%) и галофильных диатомей (8 и 6% соответственно), но меньшей долей ацидофильных и галофобных видов. Признаками остаточных явлений загрязнения в озере импактной зоны буровой скважины даже по прошествии длительного периода являются отличия в соотношении биогеографических групп диатомовых водорослей. При преобладании космополитов в обоих водоемах доля северных видов в импактном в сравнении с фоновым озером ниже (18 и 24 % соответственно), а доля бореальных диатомей выше (11.4 и 7 %). Индексы Шеннона и эквитабельности не выявили значительных различий видового разнообразия в импактном (2.63 и 0.80) и фоновом (2.56 и 0.74) озерах. Однако значения индекса Бергера-Паркера для эпифитона в импактном озере выше (5.1) в сравнении с фоновым (3.09), что указывает на усложнение структуры сообщества. Оно происходит за счет появления и повышения обилия видов – индикаторов повышенного содержания легко окисляемых

органических веществ: β -мезосапробных *Fragilaria pinnata*, *Cymbella ventricosa*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia vermicularis*, β - α -мезосапробных – *F. vaucheriae*, *Nitzschia recta*, α -мезосапробного вида *Nitzschia palea*, β -мезо-полисапробного – *Navicula seminulum* и других. Стимулирующее действие нефтяного загрязнения на развитие перифитона было отмечено [4, 5] и для других озер Большеземельской тундры, хотя при высокой антропогенной нагрузке наблюдался угнетающий эффект.

Установлены различия видового богатства в сторону снижения числа видов в импактных участках водотоков (на примере рек Колва, Ухта и, в некоторой степени, Светлый Вуктыл). Выявлены изменения водных экосистем в бассейне Колвы на территории нефтяного месторождения. Флористическое богатство диатомовых в р. Колва ниже (25 родов, 79 видов с разновидностями), чем в р. Морею (30 и 117 соответственно). Для рек Колва и Хараяха характерно меньшее видовое разнообразие, чем для Морею и Сямаю. Различия выявляются по индексам Симпсона (15.1-12.7 и 21.7-16.2), Животовского (24.0-24.7 и 42.5-33.7) и Бергера-Паркера (7.6-5.7 и 8.6-7.4 соответственно). Установлены изменения экологической структуры флоры. Доля α -мезосапробных и α -мезосапробных видов в загрязняемых реках достигает 63 %. Соответственно увеличивается значение видов-индикаторов эвтрофности (до 78 %). Виды-алкалофилы составляют в озерах и реках бассейна Колвы 52-82 %, а галофильные диатомей – 29-39 %. Доля их максимальна в наиболее загрязняемых реках Ухта и Колва.

В затронутых промышленным производством реках Ижма и Ухта преобладают преимущественно β -мезосапробные виды, указывающие на среднюю степень сапробности вод. Широкое распространение галофильных и алкалофильных видов – *Melosira varians*, *Rhoicosphenia curvata*, *Diatoma vulgare var. linearis*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Gomphonema parvulum*, *Epithemia sorex* – указывает на признаки эвтрофирования Ижмы и Ухты под влиянием естественных условий и антропогенных факторов. Об упрощении структуры перифитона в этих реках в отличие от р. Белая Кедва свидетельствуют значения индекса Бергера-Паркера (рис. 2). Отклик диатомовых заключается так-

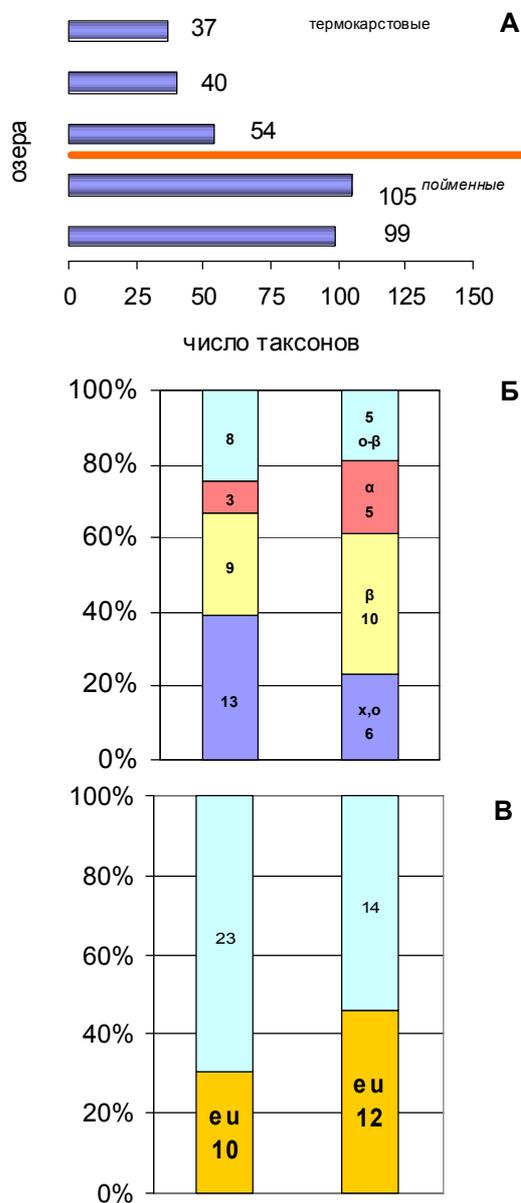


Рис. 1. Видовое богатство диатомовых в озерах бассейна р. Ортина (А); соотношение видов-индикаторов сапробности (В) и эвтрофности (С) в фоновом (левые столбики) и импактном (правые столбики) водоемах.

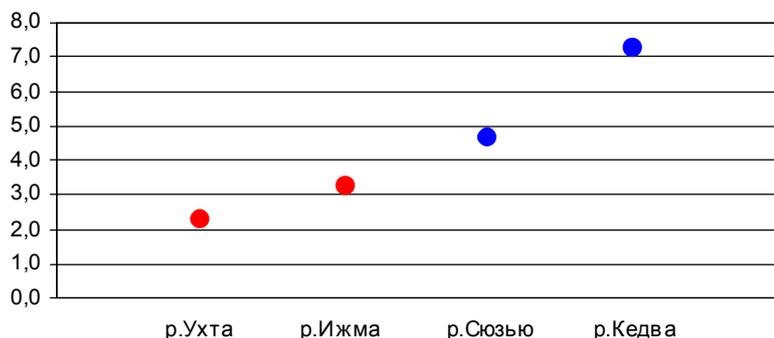


Рис. 2. Динамика величины индекса Бергера-Паркера в водотоках бассейна р. Ижма.

же в выпадении из сообществ чувствительных к загрязнению представителей родов *Aulacoseira*, *Cymbella*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Tabellaria*. Они замещаются толерантными видами из родов *Diatoma*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Gomphonema* и *Fragilaria*. Однако высокое обилие индикаторов сильного загрязнения воды в исследованных озерах и реках не выявлено, что свидетельствует об отсутствии значительного антропогенного нарушения водных экосистем в период наблюдений.

Синезеленые. К настоящему времени список водорослей, выявленных в результате выполнения данной работы, составляет 154 вида (197 с внутривидовыми таксонами) из четырех порядков, 23 семейств, 40 родов. Распределение видового разнообразия по исследованным районам приведено в табл. 2, что составляет около 50 % известного для европейского Северо-Востока видового состава синезеленых, совпадает с числом видов, зарегистрированных ранее в Большеземельской тундре [1].

Таблица 2

Разнообразие Cyanophyta/Cyanobacteria в водоемах печорского региона

Полевой участок	Количество семейств	Количество родов	Количество видов, форм
F1	9	10	15
F2	6	6	12
F3	11	26	90
F4	10	20	58
F5	14	15	36
F6	16	23	97
F7	12	16	52
F8	13	17	60
Всего	23	40	197

Видовое разнообразие синезеленых в обследованных районах заметно варьировало. Наименьшее число видов синезеленых водорослей зарегистрировано в водоемах бассейна реки Ижма (Ухта, Сюзью и Белая Кедва). Максимальное число видов – 97, отмечено в бассейне р. Малый Паток. Таксономические спектры на уровне семейств и родов в обследованных водоемах имеют незначительные различия, наиболее заметные на примере пары водотоков Светлый Вуктыл–Малый Паток (рис. 3). В числе ведущих родов в условно фоновых условиях (F2, F6, F8) отмечены *Anabaena*, *Phormidium* и *Chamaesiphon*, а в районах, находящихся под действием антропогенных факторов, в группиров-

ках водорослей чаще всего преобладали по разнообразию представители родов *Oscillatoria*, *Nostoc* и *Tolypothrix*.

В большинстве обследованных водоемов синезеленые представлены во всех экологических группах, где наряду с диатомовыми и зелеными водорослями входили в доминирующие комплексы (ДК). Для обследованных водоемов структура сообществ синезеленых водорослей в водоемах разных типов имела определенные различия: в реках отмечено от трех видов (р. Хараяха) до 20 (р. Малый Паток) на сообщество, в термокарстовых озерах от пяти (в условиях антропогенного загрязнения) до 23 (фоновые озера), в ледниковых озерах от 23 до 38 (бассейн р. Малый Паток) видов. В составе водорослей доминирующих комплексов отмечены виды общие для всех районов исследования, а также специфичные виды. Максимальное сходство видового состава (коэффициент Сьеренсена) отмечено для озер бассейна р. Малый Паток ($K = 0.25-0.46$), минимальное – для водоемов бассейна р. Ижма ($K = 0.11-0.32$). Всего в ДК по районам отмечено: F1 – 5 видов, F2 – 6, F3 – 15, F4 – 20, F5 – 17, F6 – 50, F7 – 13, F8 – 27.

Проведенный анализ с привлечением индексов биоразнообразия показал, что во всех обследованных районах отмечено относительно невысокое видовое разно-

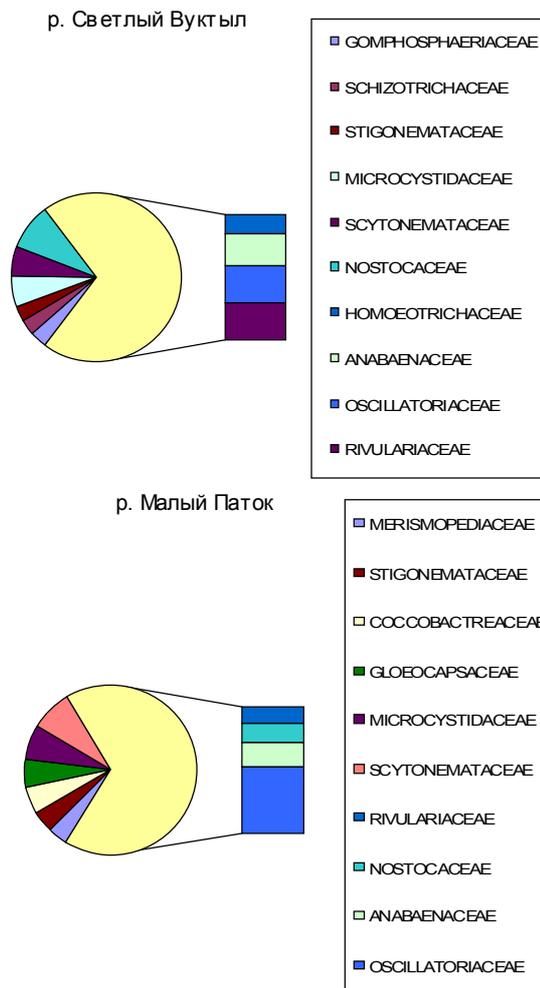


Рис. 3. Распределение разнообразия Cyanophyta по ведущим семействам в реках Светлый Вуктыл и Малый Паток.

образии Суанорфута. Максимальные значения зарегистрированы для сообществ перифитона ледниковых озер в бассейне р. Малый Паток, высокие – для ряда пойменных озер (в бассейнах рек Ортина и Нерута, Светлый Вуктыл), а также ряда термокарстовых озер полевых участков F4 и F8. Заметного изменения индексов разнообразия при сравнении антропогенно измененных и фоновых районов не отмечено (рис. 4).

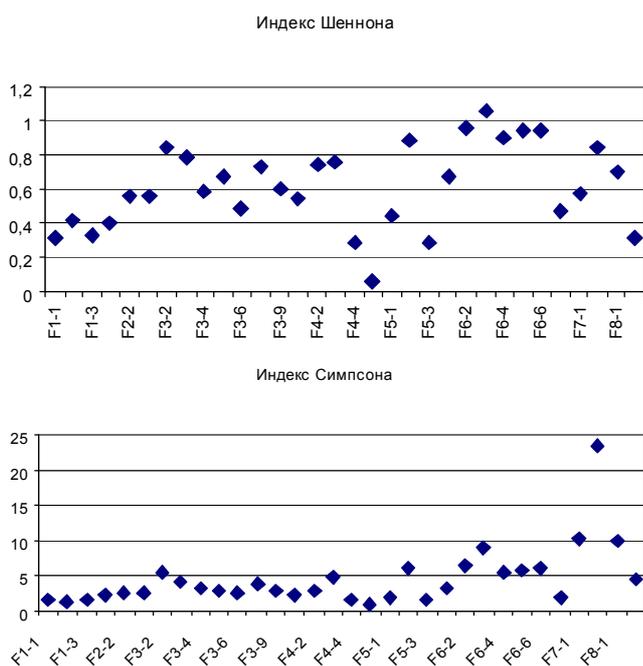


Рис. 4. Значения индексов разнообразия синезеленых в водоемах печорского региона.

Уменьшение эквитабильности и увеличение степени доминирования отмечали преимущественно в тех озерах, где отмечено «цветение» воды, и водоемах, испытывающих антропогенную нагрузку. В большинстве исследованных озер, находящихся под влиянием загрязнения, отмечено лишь незначительное снижение видового разнообразия относительно однотипных по происхождению фоновых озер. Наиболее заметны изменения для доминирующего комплекса, где наблюдается повышение доли видов – индикаторов высокого содержания легко окисляемых органических веществ. Наибольшее число таких видов отмечено для водоемов бассейнов рек Ижма, Ухта, Ортина, Хараяха (рис. 5).

Бентос. На исследованной территории выявлен разнообразный таксономический состав зообентоса, вклю-

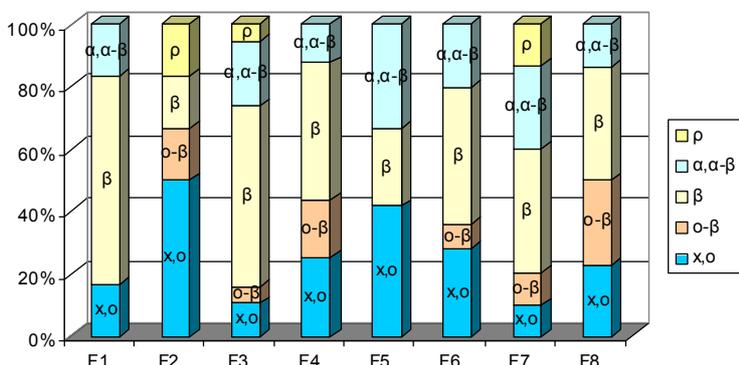


Рис. 5. Соотношение видов – индикаторов сапробности в доминирующих комплексах Суанорфута.

чающий 26 групп донных организмов, причем в озерах встречены представители всех установленных групп гидробионтов (Hydrozoa, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca, Cladocera, Harpacticoida, др. Copepoda, Ostracoda, Conchostraca, Anostraca, Notostraca, Amphipoda, Tardigrada, Hydracarina, Araneina, Collembola, Ephemeroptera, Megaloptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Simuliidae, Chironomidae, Ceratopogonidae, Diptera n/det.), в реках – лишь 20 групп (отсутствовали вполне вероятные здесь крупные ракообразные, Tardigrada, Araneina, Megaloptera). Наиболее богатыми по таксономическому составу оказались пойменные озера в бассейне р. Белая Кедва (F2-2) и р. Хараяха (F7-5), ряд озер в бассейне р. Ортина (F3-7, F3-3, F3-6), курья в бассейне р. Светлый Вуктыл (F5-2), а также некоторые ледниковые озера в бассейне р. Морею (F8-4, F8-5). Разнообразный состав зообентоса выявлен в реках: Нерута, Ухта, Белая Кедва и Малый Паток. Количество групп донных беспозвоночных рек колебалось в период исследований от 9 (Ижма) до 18 (Ухта). В реках, отнесенных к условно чистым, число таксонов было более стабильным (12-15).

Установлены количественные показатели развития бентоса. Численность донных организмов в реках колебалась от 0.5 (Ижма) до 24.1 тыс. экз./м² (Малый Паток). Наибольшей численностью зообентоса отличаются реки Светлый Вуктыл и Малый Паток, наименьшей – Ижма, Колва и Морею (рис. 6).

Среди озер наиболее высокой численностью организмов выделяются: пойменное озеро в бассейне р. Белая Кедва (F2-2), пойменное озеро F3-5 в бассейне р. Ортина, термокарстовое озеро F4-3 в бассейне р. Нерута и одно из озер в бассейне р. Малый Паток (F6-7). Во всех этих водоемах численность бентоса превышает 15 тыс. экз./м², достигая максимального значения 35.1 тыс. экз./м² в озере F4-3.

Численность донного населения озер определяют хирономиды, составляя 27-80 % от всего числа гидробионтов, реже в озерах доминируют низшие ракообразные (от 41 до 62 %). В пойменных озерах велико значение нематод. По количеству организмов в бентосе всех рек преобладают личинки и куколки насекомых, среди которых доминируют хирономиды, причем доля их в чистых реках стабильно выше, чем в загрязненных (рис. 7).

Соотношение других групп бентоса отражает специфику данной реки и влияние разного рода антропогенных загрязнений. Так, в реках Ижма, Ухта и Ортина высока численность олигохет, в Колве – веслоногих ракообразных. В уральских реках, а также Колве и Морею, наряду с хирономидами велико значение поденок. В некоторых реках в число субдоминантов по численности входят мошки. По биомассе преобладают в большинстве исследованных водоемов также хирономиды, реже – моллюски и ручейники.

Установлен разнообразный видовой состав зообентоса. Среди низших ракообразных, олигохет, пиявок, моллюсков, поденок, веснянок, жуков и ручейников зарегистрировано около 200 видов. В реках по числу видов преобладают личинки амфибиотических насекомых – поденок, ручейников, веснянок; в озерах – низшие ракообразные (преимущественно Cladocera) и моллюски. В озерах максимальное ко-

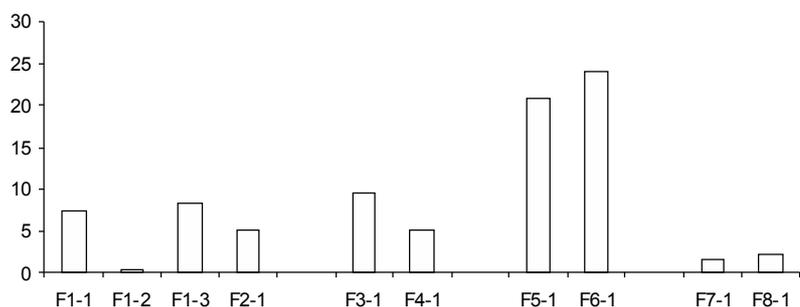


Рис. 6. Численность донных организмов (тыс. экз./м²) некоторых рек печорского региона.

личество видов обнаружено в ряде озер бассейнов рек Нерута и Морею, а также в реках Ухта и Малый Паток. В целом наибольшим видовым богатством отличаются водоемы и водотоки бассейна р. Ортина, где установлен 51 вид донных беспозвоночных. Несколько более бедная фауна установлена для бассейнов рек Малый Паток, Нерута и Морею. Выявлены высокий уровень продуктивности и богатый видовой состав беспозвоночных р. Ухта (35 видов), что связано с улучшением в последние годы химического состава воды вследствие снижения объемов промышленного производства, высоким содержанием на дне реки разложившейся органики, развитием устойчивых к загрязнению видов гидробионтов.

Расчетанные по результатам обработки гидробиологических проб восемь индексов биоразнообразия показали, что большинство водоемов печорского региона сохранили разнообразный видовой состав донной фауны с учетом географического положения (уменьшение к северу числа видов) и естественный уровень развития гидробиоценозов. Так, индексы разнообразия, рассчитанные для тундровых рек, показали более высокие значения для рек Ортина и Нерута. Для этих рек индексы отличались незначительно. Индексы разнообразия рек Колва и Морею были более низкими, причем для р. Колва они оказались выше, чем для р. Морею, вследствие более разнообразного состава Сорерода, в массе развивающихся в загрязненном нефтью водотоке. Индексы разнообразия бентоса озер имели большой размах колебаний, что определялось как различным происхождением озер, так и разными физико-географическими условиями. Самым низким уровнем развития бентоса отличается озеро F7-6, загрязненное нефтепродуктами. Здесь на илистых грунтах установлены лишь четыре группы донных орга-

низмов с очень низкой численностью и биомассой, доминированием на загрязненных биотопах малочетинковых червей.

Большая часть установленных для территории организмов-индикаторов относятся к олиго- и ксено-сапробам, меньше доля олиго-бета-сапробов. Из олигохет установлены виды – индикаторы загрязнения: *Stylaria lacustris* – бета-мезо-сапроб, встречен в озере F3-11 и *Tubifex tubifex* – полисапроб (F3-5; F3-7). Моллюск *Lymnaea ovata* обнаружен на полевом участке F7 в загрязненных нефтью озерах и лужах, а также в реке Ижма и ее притоках (F1). На загрязненном участке р. Ухта встречены скопления пустых раковин этого вида и *Anisus albus*. Второй вид также способен переносить нефтяное загрязнение, он встречен на участках F3 и F1. Большая часть видов-индикаторов среди ракообразных относится к олиго- и ксено- сапробам, меньше доля олиго-бета-сапробов. Среди установленных видов поденок *Baetis* гр. *vernus* может служить индикатором загрязнения, так как встречается в загрязненных нефтью водоемах, в наших сборах он доминировал в реках Колва и Хараыха. Личинки веснянок служат индикаторами чистоты воды, обычно они обитают в чистых реках с быстрым течением. Среди них много ксеносапробных видов (*Arcynopteryx compacta*, *Diura nansenii* и др.). Чаще встречались эти виды в реках Белая Кедва и Малый Паток. Из установленных видов ручейников олигосапробом является *Limnephilus flavicornis*, обнаруженный в пойменном озере F2-2 и одном из озер бассейна р. Нерута (F4-5). К олиго-бета-сапробам относятся два вида – *Rhyacophila nubila*, встреченный в реках Светлый Вуктыл и Малый Паток, и *Notidobia ciliaris*, установленный в р. Белая Кедва, к бета-сапробам – *Lepidostoma hirtum*, обнаруженный в р. Ухта.

Рыба. При исследовании разнообразия рыбной части водных сообществ печорского региона выявлено 19 видов рыб, относящихся к 11 семействам. При этом рыбное население рек Нерута и Морею ранее не исследовали, а сведения о водоемах остальных полевых участков оставались весьма фрагментарными [3].

Важную роль в формировании рыбного населения большинства обследованных водоемов играли лососевидные и, в частности, представители семейства сиговых (табл. 3). Максимальным видовым разнообразием отличаются водоемы свободных от хозяйственной деятельности особо охраняемых территорий (бассейны рек Белая Кедва и Малый Паток), а также существенно удаленных от населенных пунктов и зон промышленного освоения рек и озер (как в случае с бассейнами рек Нерута и Морею).

Атлантический лосось отмечен в уловах в водотоках большинства исследованных тиманских и уральских водотоков. Сибирский сиг-пыжьян и европейский хариус встречены в водоемах всех модельных участков, за исключением находящихся в зоне интенсивного хозяйственного использования реках и озерах бассейна р. Колва (хариус также отсутствовал в р. Нерута). Обращает внимание, что в уловах из р. Морею отсутствовали обычные

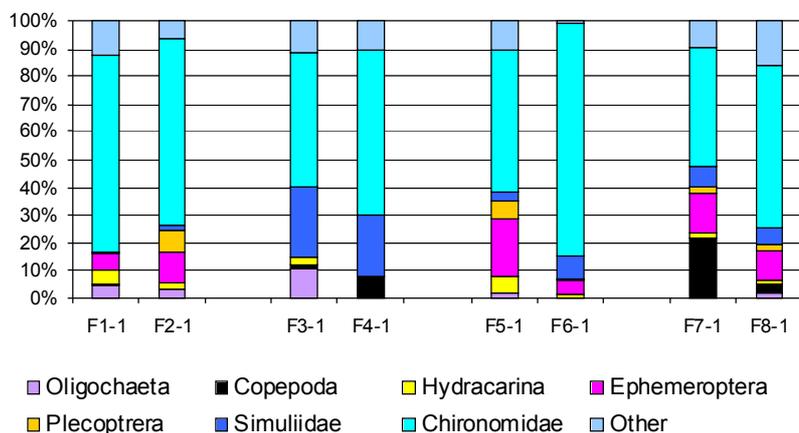


Рис. 7. Структура донных сообществ водотоков по численности.

Таблица 3
Таксономический состав уловов рыб в водоемах печорского региона

Полевой участок	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Количество семейств	6	9	7	7	7	8	3	6
Количество видов рыб	7	12	11	9	8	10	4	9
Доля лососевидных (%)	42.9	33.3	36.4	33.3	37.5	30	0	55.6
Доля сиговых (%)	14.3	16.7	27.3	22.2	12.5	10.0	0	44.4
Доля карповых (%)	14.3	25.0	18.2	22.2	25.0	20.0	25.0	0

для водоемов бассейна р. Печора представители семейств Cyprinidae, Percidae, а также Cottidae. Кроме того, подкаменщик не встречен в водоемах районов F3, F4 и F8.

Продемонстрировано наличие в реках бассейна Баренцева моря за пределами собственно р. Печора гольца усатого (реки Нерута и Морею). Также установлено наличие в бассейне крупного левого печорского притока р. Ижма сибирской миноги и чира. Обращает внимание нахождение горбуши, язя, плотвы, девятииглой колюшки и окуня в р. Нерута. В полном соответствии с общими для высоких широт закономерностями установлено доминирование во всех водоемах одного или двух видов (рис. 8).

Как правило, численность рыб в водоемах, выбранных в качестве фоновых полевых участков (бассейны рек Белая Кедва, Малый Паток и Морею), превышала такую же по сравнению с подверженными антропогенному воздействию водоемами (соответственно реки Ижма и, в особенности, Светлый Вуктыл и Колва). В особенности это касалось лососевидных и, в частности, сиговых (рис. 9), тогда как плотность менее ценных в промысловом отношении видов в ряде случаев оказалась даже более высокой в импактных районах.

Выявлены нарушения популяционной структуры рыб, также имеющие более выраженный характер в отношении ценных промысловых видов и проявляющиеся в сокращении числа возрастных групп и среднего возраста уловов рыб (рис. 10). При этом обращает особое внимание, что такие нарушения характерны не только для всех подверженных интенсивному антропогенному воздействию водоемов, но и для находящихся в пределах особо охраняемых природных тер-

риторий (разнотипные водоемы бассейна рек Белая Кедва и Малый Паток).

Использование индексов биоразнообразия показало, с одной стороны, их высокую информативность и надежность и, в то же время, в случае предельно низких значений плотности рыб, как это имело место в подверженном влиянию техногенного загрязнения бассейне р. Колва, может давать возможность получения искаженной оценки относительного уровня разнообразия сообществ рыб.

Как свидетельствует анализ величин индексов, ви-

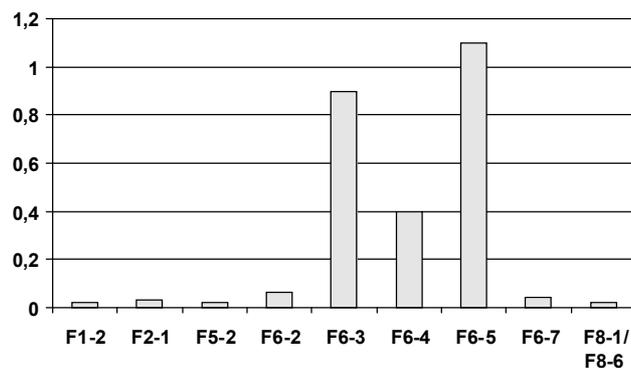


Рис. 9. Относительная плотность сига-пыжьяна.

довое разнообразие рыбного населения различных водоемов в пределах одного полевого участка (в частности, F3 или F6) может варьировать в большей степени, чем при сопоставлении различных участков. По определению, биоразнообразие сообщества тем выше, чем больше количество входящих в него видов и чем равномернее их обилие [3]. С этих позиций большинство сообществ высоких широт и, в частности, рыбных сообществ водоемов печорского региона характеризуются относительно невысокой степенью биоразнообразия. Действительно, в соответствии с общей закономерностью, с продвижением к северу общее количество видов сокращается, но резко возрастает роль тех или иных видов-доминантов. Тем не менее, в целом можно заключить, что рыбное население печорс-

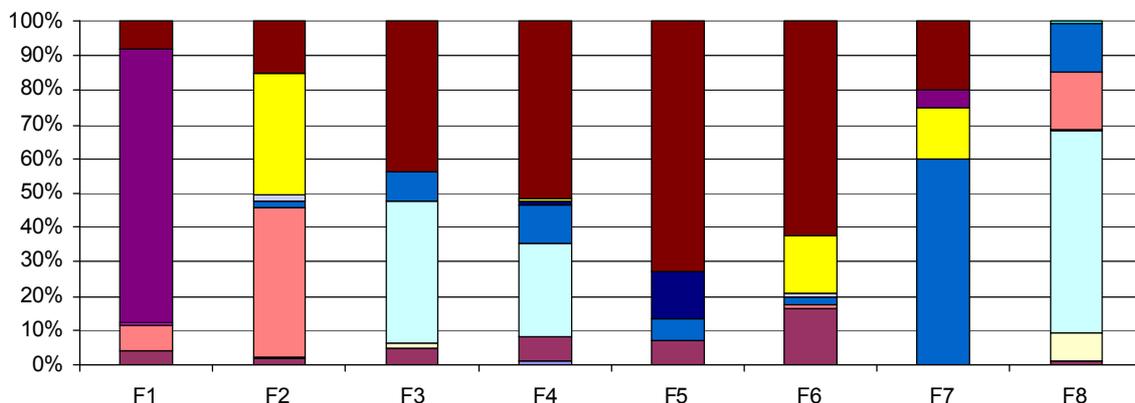
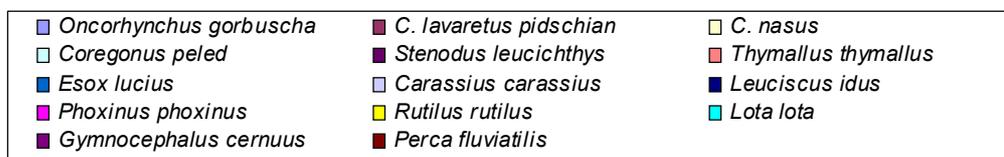


Рис. 8. Видовой состав уловов рыб в водоемах печорского региона.

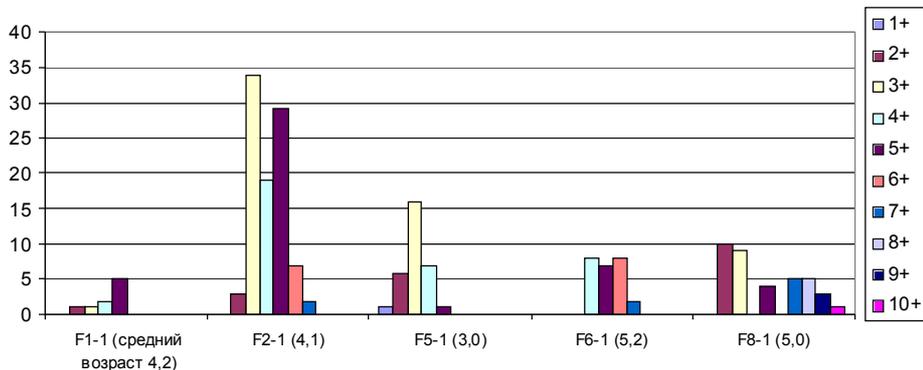


Рис. 10. Возрастная структура уловов хариуса.

кого региона отличается относительно высоким уровнем альфа-разнообразия.

Таким образом, полученные материалы свидетельствуют о высоком в целом уровне биологического разнообразия водных сообществ Печорского региона. При этом в районе промышленных центров наблюдаются определенные негативные последствия техногенного загрязнения ряда водоемов или их участков, а также – практически повсеместно – перелов рыбы.

ро-Востока. Сыктывкар, 2002. С. 5-33. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 170).

4. Станиславская Е.В. Перифитон и его продукция // Особенности структуры экосистем озер Крайнего Севера. СПб.: Наука, 1994. С. 120-127.

5. Стенина А.С. Диатомовые водоросли тундровых водоемов в зоне влияния нефтеразведочных буровых (Архангельская область) // Некоторые подходы к организации мониторинга на Севере. Сыктывкар, 1996. С. 111-124. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 147).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.

2. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

3. Пономарев В.И., Сидоров Г.П. Обзор ихтиологических и рыбохозяйственных исследований в бассейне реки Печора // Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах европейского Севера.

ОЦЕНКА УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПЕЧОРСКОГО РЕГИОНА



д.б.н. К. Бобкова
г.н.с. отдела лесобихимических проблем Севера
E-mail: bobkova@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 50 03
Научные интересы: *экология леса, биологическая продуктивность, углеродный цикл в экосистемах*



к.б.н. В. Тужилкина
с.н.с. этого же отдела
E-mail: tuzhilkina@ib.komisc.ru
Научные интересы: *фотосинтетическая активность, углеродный цикл в экосистемах*



С. Кузин
вед. инженер этого же отдела
E-mail: kuzin@ib.komisc.ru
Научные интересы: *электроника, фитоклимат, рост хвойных*



А. Патов
вед. инженер этого же отдела
E-mail: patov@ib.komisc.ru
Научные интересы: *структура и рост хвойных*

Длительная история развития лесов на европейском северо-востоке России и неоднократная осцилляция ареалов хвойных и лиственных пород привели к формированию в Печорском бассейне лесных экосистем с относительно высоким уровнем видового разнообразия. Зарегистрированы восемь видов хвойных и 17 видов лиственных деревьев, более 50 видов кустарников, около 900 сосудистых растений. В лесных сообществах произрастает 245 видов листостебельных мхов [5].

Лесные массивы Печорского региона выполняют важную роль в углеродном цикле биосферы северного полушария. Лесистость территории 52%. Покрытая лесом площадь здесь равна 16.97 млн. га, из них 35.3 % располагается в притундровой зоне, 34.1 % – в северной, 30.6 % – в средней подзонах тайги (табл. 1). Распределение лесопокрытой

площади региона по преобладающим породам показывает, что хвойные занимают 85.3 %, из них ели 63.9, сосны 18.9, пихты 1.4, лиственницы 1.0, кедр 0.1 %. Лиственные насаждения занимают 2.46 млн. га (14.7 %), в том числе березовые 13.9, осиновые 0.3, ивовые 0.4, ольховые 0.1 % (рис. 1). В регионе леса представлены в основном старовозрастными древостоями – в хвойных 80 %, в лиственных 43.9 % лесопокрытой площади [2]. Лесные экосистемы характеризуются невысокой продуктивностью. Древостои IV-V класса бонитета. Общие запасы органической массы в хвойных фитоценозах изменяются от 42 до 210 тонн/га [1, 6, 9, 10].

Потенциальные ресурсы древесины в лесах Печорского бассейна составляют 1345.3 млн. м³. Запасы древесины, вовлеченные для рубок, равны 685.9 млн. м³, из них 82.2 % концентрируется в старовозрастных насаждениях – 563.9 млн. м³ [2].

Известно, что количество углерода, поглощаемого лесами, пропорциональ-

Таблица 1
Распределение лесопокрытой площади и запасов древесины Печорского бассейна по растительным зонам

Подзона	Площадь		Запасы древесины, млн. м ³
	лесфонда, тыс. га	покрытая лесом, тыс. га	
Притундровая	10560	5999	242.3
Северная	7845	5787	650.2
Средняя	5997	5188	537.0
Всего	24402	16974	1429.5

но количеству фитомассы, продуцируемой ими. Увеличение прироста фитомассы ведет к повышению связанного в ней углерода. В этом плане значение лесов Печорского бассейна имеет неоспоримое преимущество перед лесами других регионов европейской части России в силу их неиспользованного потенциала. Так в притундровой зоне в спелых еловых фитоценозах в зависимости от типа леса содержание углерода изменяется от 25 до 45, в северной тайге – от 44 до 65, средней – от 75 до 100 т/га. Насаждения хвойных лесов в зависимости от состава древостоя и типа леса ежегодно депонируют от 1.2 до 4.5 т/га углерода [1, 9, 10].

Ранее нами установлено, что концентрация углерода в различных фракциях фитомассы растений изменяется в пределах 41.9-53.4 % [3]. На основании материалов по приросту фитомассы и содержанию углерода в нем были вычислены конверсионные коэффициенты (отношение прироста фитомассы к запасу древесины, а также углерода в фитомассе к запасу древесины) в насаждениях различного типа и возраста [13]. Этот коэффициент для еловых фитоценозов составляет 42.4 по фитомассе и 19.6 по углероду; для сосновых лесов 42.6 и 20.8 соответственно. Значения коэффициентов в молодых насаждениях в 1.3-2.0 раза выше, чем спелых. На основании данных по запасам древесины и конверсионных коэффициентов для фитомассы и углерода приведена оценка годового депонирования фитомассы и годового стока углерода насаждениями в 12 лесхозах, расположенных на территории Печорского бассейна и отнесенных к лесному фонду Российской Федерации и в Печоро-Ильчском заповеднике.

В лесных фитоценозах Печорского бассейна ежегодно накапливается 57.61 млн. тонн фитомассы или 26.86 млн. тонн углерода, из них 63.5 % депонируется в древостоях (рис. 2). В накоплении фитомассы и стоке углерода в этом регионе исключительно высока роль хвойных лесных сообществ. В них ежегодно депонируется 49.86 млн. тонн фитомассы и 23.3 млн. тонн углерода, что составляет 86.5 % от

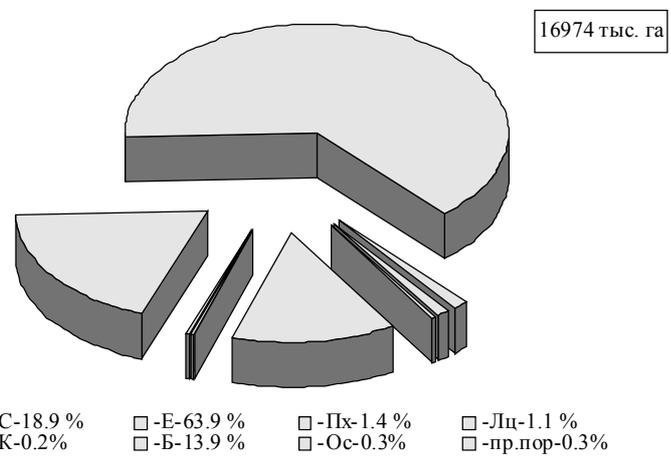


Рис. 1. Распределение лесопокрытой площади Печорского бассейна по породам.
Условные обозначения: 16974 – площадь, тыс. га; С – сосна, Е – ель, Пх – пихта, Лц – лиственница, К – кедр, Б – береза, Ос – осина, пр.пор. – прочие породы.

его общего стока в лесные фитоценозы Печорского бассейна. В мягколиственные леса, представленные в основном березой, ежегодно стекает 3.44 млн. тонн углерода (14 % от его общего стока в бассейн). Роль каждого лесхоза в депонировании углерода различна. По мере уменьшения величины ежегодного депонирования углерода лесхозы распределяются следующим образом: Усть-Цилемский > Печорский > Печоро-Ильчский > Ижемский > национальный парк «Югыд-ва» > Вуктыльский > Сосногорский > Усинский > Комсомольский > Троицко-Печорский > Каджеромский > Ухтинский > Печоро-Ильчский биосферный заповедник.

Возможность снижения углекислого газа в атмосфере через связывание его лесами данного региона можно добиться путем проведения мелиоративных работ, регулирования состава древостоя рубками ухода, реформирования, об-

новления и других мероприятий. Поэтому необходимы знания углеродного цикла в отдельных лесных сообществах.

В процессе выполнения программы по проекту SPICE нами проведены исследования углеродного цикла в старовозрастных еловых сообществах (Piceetum myrtillosum) – наиболее типичных для региона. Piceetum myrtillosum (1) имеет состав древостоя 7Е2Лц1Б+Ос. Он разновозрастный (70-180 лет), разновысотный, имеет запас древесины 255 м³/га. Количество деревьев на га 1882, подроста – 1492. Piceetum myrtillosum (2) формирует

древостой составом 5Е3Лц1Б1Ос+С, с запасом древесины 223 м³/га, разновозрастный (70-170 лет). Число деревьев в нем 2083, подроста 1890. Установлено, что в еловых фитоценозах, развитых на типичных подзолах, в древостоях накапливается 136-185 т/га абсолютно сухой массы. Запасы органической массы в растениях нижних ярусов растительности равны 12-13 т/га. В исследуемых сообществах довольно много валежа, масса которого достигает 10 т/га. Общие запасы углерода составляют 150-178 т/га (рис. 3), из них в живых органах деревьев 40-45, в растениях травяно-кустарничкового и мохового ярусов 3.6-3.7, в фитодетрите (сухостой+валеж) 6-11, в почве, включая лесную подстилку и минеральный слой – 40-51 %. Запасы углерода в почве составляют 71-76 т/га. Из них примерно третья часть концентрируется в лесной подстилке, мощность которой 0-9(12) см. Оценка баланса углерода в ельниках проведена на тремя методами: по биопродуктивности, по хлорофилльному индексу (ХИ) и экофизиологическим.

По биопродуктивности. В спелых еловых фитоценозах нетто-продукция (NPP – net primary production) фитомассы составляет 7.2-8.2 т/га или 3.5-4 т/га углерода. С опадом и отпадом возвращается в почву 2.5-3.0 т С/га в год. На ежегодное закрепление углерода в чистой продукции (NEP – net ecosystem production) приходится около 1.0 т С/га. В депонировании углерода в NEP исключительно большая роль принадлежит древостою. В нем закрепляется 90-96 % чистой продукции. В таблице 2 приведены данные, характери-

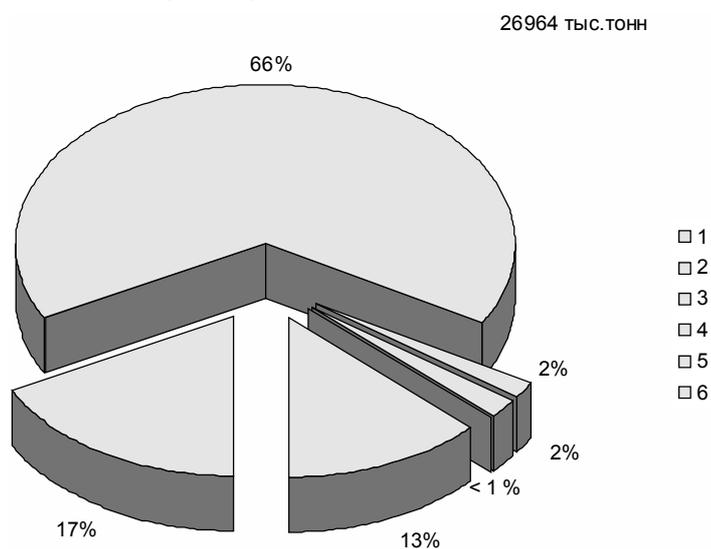


Рис. 2. Годичное депонирование углерода в лесных ценозах Печорского бассейна (тыс. тонн).
Условные обозначения: 26964 – депонирование в тыс. тонн. 1 – сосна, 2 – ель, 3 – пихта, 4 – лиственница, 5 – кедр, 6 – мягколиственные.

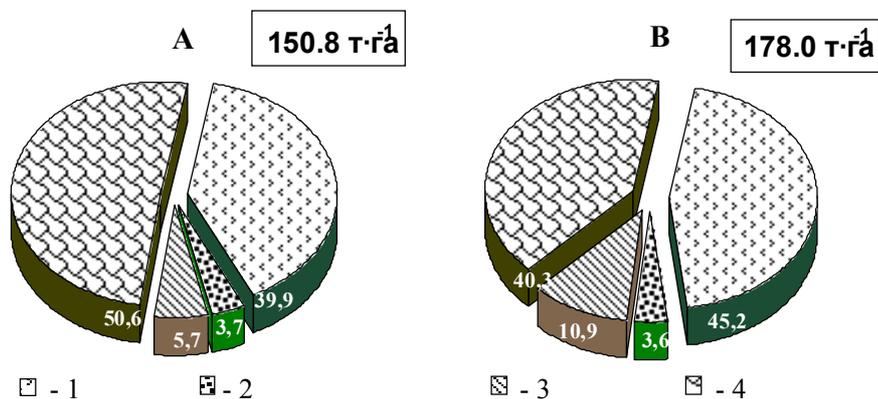


Рис. 3. Содержание углерода в ельниках: А – *Piceetum myrtillosum* 1; В – *Piceetum myrtillosum* 2. 1 – древесной, 2 – напочвенный покров, 3 – фитодетрит, 4 – почва.

зующие углеродный баланс в древостоях. Изучение процессов разложения растительных остатков в почве показало, что за год разлагается 24-26 % массы поступившего опада. Основная часть (60-70 %) потери углерода приходится на минерализованный поток. При этом потеря углерода при разложении мертвого растительного материала эквивалентна суммарной минерализации растительных остатков и гумуса почвы. Возврат углерода в атмосферу для старовозрастных черничных ельников составляет 65-70 % затрат углерода на продукцию или 0.65-0.80 т С/га в год. Соотношение входного и выходного потоков показывает, что еловые древостои служат местом стока для 0.19-0.30 т С/га в год.

Хлорофильный индекс. Проективное содержание хлорофилла в ассимилирующих органах – хлорофильный индекс (ХИ) – применим для количественной оценки стока фотосинтетического связывания углерода растительными ассоциациями [4, 12, 13]. Расчеты показали, что ХИ, т.е. содержание хлорофилла в расчете на 1га для древостоев исследуемых еловых фитоценозов составляют 10.12 и 13.00 кг. Этим величинам соответствуют значения стока углерода, равные 1.32 и 1.69 т/га в год, что несколько выше, чем по данным NEP древостоя, но вполне сопоставимы с данными по биопродуктивности (табл. 2). Проведены газометрические наблюдения суточной и сезонной динамики углерода в еловом фито-

ценозе. Выявлено, что скорость поглощения CO_2 зависит от экологических факторов внешней среды. Регрессионный анализ суточной динамики фотосинтетического газообмена показал близкую к функциональной зависимость интенсивности поглощения CO_2 от освещенности и температуры воздуха. Продуктивность фотосинтеза определяется как интенсивностью поглощения CO_2 за час, так и длительностью его прохождения. Установлено, что летом в дни с переменной облачностью среднесуточная интенсивность видимого фотосинтеза за час в расчете на г сухой массы у ели составляет 0.87, лиственницы – 4.72, березы – 8.83 мг CO_2 . Суточная продуктивность фотосинтеза у ели, лиственницы и березы в ельнике черничном (*Piceetum myrtillosum* 2) составляла соответственно 12.2, 80.2 и 132.5 г CO_2 /кг. В пасмурные дни, в связи с уменьшением интенсивности усвоения CO_2 и ее продолжительности, древесные растения поглощают углекислый газ в процессе фотосинтеза в 1.3 раза меньше. В целом за сутки древостой *Piceetum myrtillosum* 2 поглощает 224.9 г CO_2 /кг. Нами был рассчитан суточный баланс углекислотного газообмена древесных растений для данного древостоя с учетом ассимилирующей массы древесных растений. Наибольший вклад в фотосинтетическую фиксацию углерода в древостое вносят береза и ель (рис. 4).

Для характеристики баланса углекислоты в еловом биогеоценозе были определены дыхание стволов и ветвей древесных растений и составляющие эмиссии CO_2 с поверхности почвы, включающие дыхание почвы и корней растений, дыхание растений напочвенного покрова. Так, в целом по фитоценозу величина суточной фиксации углерода в теплый период при фотосинтезе составляет 283.2 кг CO_2 /га, или 77.3 кг С/га (табл. 3). Наибольшие затраты на дыхание стволов и ветвей ели, лиственницы и березы наблюдаются в летний период. За сутки на дыхание ствола и ветвей расходуется 33.0 кг CO_2 /га, или 9.0 кг С/га.

Величина потока углекислоты с поверхности почвы составила 13 кг CO_2 /га сут или 3.5 кгС/га сут (табл. 3). Примерно 4.5 % ассимилированной углекислоты фитоценозом выносится с поверхности почвы (дыхание напочвенного покрова и дыхание корней). На дыхание фотосинтетического аппарата древесных растений расходуется 25.9%, ствола и ветвей – 11.6 % ассимилятов. Следовательно, летом за сутки в исследуемом фитоценозе аккумулируется 163.8 кг CO_2 /га, или 44.8 кг С/га, что свидетельствует о положительном значении углеродного баланса в теплый период года. Таким образом, старовозрастные ельники черничные в подзоне северной тайги являются резервуаром для стока углекислого газа.

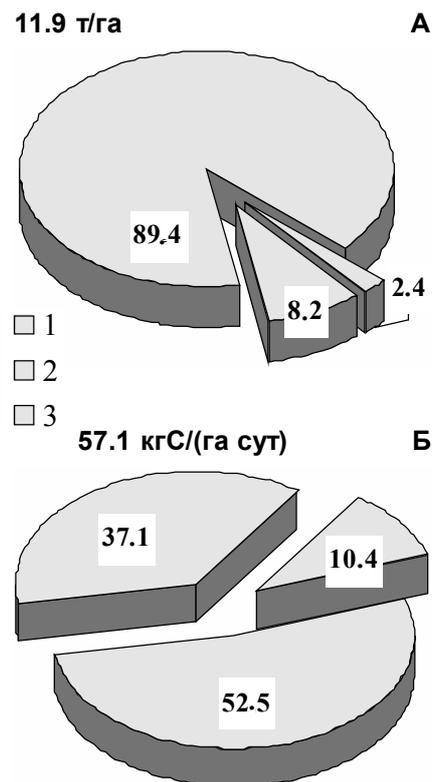


Рис. 4. Распределение массы ассимилирующих органов (А) и связывания углерода (Б) по видам древесных растений в *Piceetum myrtillosum* 2, %. 1 – ель, 2 – лиственница, 3 – береза.

Таблица 2
Хлорофильный индекс и оценка годичного стока углерода в еловые древостои

Тип леса	Хлорофильный индекс, кг/га	Связывание углерода, т/га в год	Нетто-продукция, (NPP), т/га		Опад, т/га		Истинный прирост, (NEP), т/га	
			фитомасса	углерод	фитомасса	углерод	фитомасса	углерод
Ельник черничный (1)	10.12	1.32	3.76	1.84	2.09	0.96	1.67	0.88
Ельник черничный (2)	13.00	1.69	5.07	2.49	3.19	1.52	1.88	0.97

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. С. 156.
2. Бобкова К.С. Древесные ресурсы лесов бассейна реки Печоры // География и природные ресурсы, 2003. № 12. С. 31-32.
3. Бобкова К.С., Тужилкина В.В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология, 2001. № 1. С. 69-71.
4. Воронин П.Ю., Ефимцев Е.И., Васильев А.А., Ватковский О.С., Мокроносов А.Т. Проективное содержание хлорофилла и биоразнообразие растительности основных ботанико-географических зон России // Физиология растений, 1995. Т. 42. № 2. С. 295-302.
5. Дегтева С.В., Железнова Г.В., Шубина Т.П. Оценка состояния растительности и флоры Зеленоборского стационара как основа долговременного мониторинга // Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения: Матер. междунар. конф. Архангельск, 2002. С. 542-546.
6. Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.
7. Леса Республики Коми. М., 1999. 331 с.
8. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. М., 2000. 512 с.
9. Надуткин В.Д., Модянов А.Н. Надземная фитомасса древесных растений в сосняках зеленомошных // Экология сосняков Севера. Сыктывкар, 1972. С. 70-81. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 24).
10. Притундровые леса. М., 1987. 169 с.
11. Тужилкина В.В., Бобкова К.С., Мартынюк З.П. Хлорофильный индекс и ежегодный фотосинтетический сток углерода в хвойные фитоценозы на европейском севере России // Физиология растений, 1998. Т. 45. С. 594-600.
12. Цельникер Ю.Л., Малкина И.С. Хлорофильный индекс как показатель годичной аккумуляции углерода древесными лесами // Физиология растений, 1994. Т. 41. № 3. С. 325-330.
13. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (аналитический обзор) / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, В.Н. Сухих и др. М., 1996. 154 с.



РЕФЕРАТ



ЭТОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

асп. С. Пестов

м.н.с. лаборатории беспозвоночных животных
E-mail: pestov@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 43 19 69

Научные интересы: биоразнообразие, экология насекомых

Этология – это наука о поведении животных. Само это определение говорит о двойственности объекта ее исследования. С одной стороны объект изучения – животные (объект зоологии), а с другой стороны предмет изучения – поведение (предмет психологии) животных. Наука эта молодая (сам термин был предложен Сент-Иллером в 1859 г.) и основные достижения наметились в ней только в XX веке. И только в 1973 г., когда трем европейским ученым К. Лоренцу, Н. Тинбергену и К. фон Фришу присудили Нобелевскую премию за открытия в этой области, можно говорить о признании за ней статуса науки со всеми присущими для нее свойствами. В настоящей работе мы попытались проанализировать основные проблемы, которые стоят при изучении поведения животных.

Проблема 1: методологическая. *Какие методологические подходы применяются при изучении поведения насекомых?* Основное противоречие в развитии этологии – двойственность объекта изучения – отразилось в 50-х годах прошлого века в борьбе двух методологических направлений классической этологии и классической зоопсихологии (см. таблицу). Обращает на себя внимание отсутствие русских ученых в представленной таблице. Объясняется это трудностями в контактах наших ученых с зарубежными, а вследствие этого иностранные ученые слабо знают работы наших ученых, а отечественные – зарубежных. Проблемы инстинктов и «научения» в равной мере интересовали советских ученых, однако решались они в рамках Павловской парадигмы об условных и безусловных рефлексах. С данных позиций «инстинкты» – это филогенетический уровень рассмотрения проблемы, основа их – безусловные рефлексы, а «научение» – онтогенетический, оно

основывается на условных рефлексах. Таким образом, к этим двум направлениям можно добавить третье, которое можно назвать психофизиологическим.

Вывод, который можно сделать, исходя из вышесказанного, следующий: выделять как отдельные науки зоопсихологию, психофизиологию и этологию нецелесообразно, а необходимо их рассматривать как методологические направления единой науки о поведении живых организмов.

Проблема 2: физиологическая. *Каковы механизмы поведения насекомых?* Основой поведенческих актов насекомых служит рефлекторная дуга. И.П. Павлов выделил два вида рефлексов: условный и безусловный. Безусловный рефлекс – врожденный, генетически запрограммирован и характерен для всех особей одного вида. На безусловных рефлексах основаны две формы поведения – таксисы и инстинкты.

Условный рефлекс вырабатывается в течение жизни одной особи и не передается потомкам. Наличие условных рефлексов у насекомых было подтверждено еще в 1913 г. К. фон Фришем. Он располагал на нескольких квадратах, окрашенных в серый цвет, чашечки с водой, а на синем квадрате – с сиропом. Пче-

Некоторые черты классической этологии и зоопсихологии (по McGill, 1965, цит. по Дьюсбери [2])

Особенность	Классическая этология	Классическая зоопсихология
Страны	Европейские	Северная Америка
Научный профиль	Зоологи	Психологи
Типичные объекты	Птицы, рыбы, насекомые	Млекопитающие, особенно лабораторные крысы
Основные проблемы	«Инстинкт» изучение эволюции поведения	«Научение», разработка теорий поведения
Методы	Тщательные наблюдения в природе и эксперименты в полевых условиях	Лабораторные исследования, контроль над переменными, статистический анализ

лы несколько раз подлетели по запаху к чашечке с сиропом, потом ее убирали, но пчелы вновь летели на синий цвет. Сходным образом можно приучить пчел прилетать на определенный запах, например, запах гречихи. Это позволяет увеличить урожай гречихи и сбора меда. Мед при этом будет иметь минимальную примесь нектара других растений. Составные блоки рефлекторной дуги едины у всех животных, однако у насекомых они имеют ряд особенностей, которые отражаются на их поведении.

Рецепторное звено. Пожалуй, самым необычным из всех органов чувств насекомых является химическое чувство. Как было определено, что для возбуждения обонятельных сенсилл тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) необходима всего одна молекула полового аттрактанта бомбикола, к тому же они чувствуют его за 6-10 км и различают оптические изомеры [2]. Большую роль запахи играют в распознавании членов колонии у общественных насекомых. Так, в лабораторных экспериментах с 18 колониями муравьев отмечено, что при появлении чужих особей хозяева нападают на непрошенных гостей [1].

Иногда на основе сенсорной дезинформации возникают курьезные случаи. Например, для златок аттрактантом служит дым, они откладывают яйца на опаленные огнем, ослабленные деревья. На стадионах же они привлекаются папиросным дымом и полчища этих жуков летают над головами болельщиков [1].

Для таких насекомых как кузнечики, сверчки очень важны звуковые сигналы. При изучении поведения кузнечика эфиппигера было замечено, что самки реагировали почти на все резкие звуки. Но для них очень важна резкость звука и быстрота, с которой звук прерывался и возобновлялся и они до тех пор не реагировали на посторонние звуки, пока они не превосходили песню самца на 15-25 дБ.

Слуховые анализаторы прямокрылых обладают уникальными свойствами: саранча воспринимает колебания звуковых волн с амплитудой, равной диаметру атома водовода, а кузнечик – титигония и того меньше – половину диаметра атома водорода. В связи с этим перед землетрясениями активность кузнечиков увеличивается, таким образом можно предсказать землетрясение, не прибегая к помощи сложных приборов.

В опытах с пчелами было замечено, что они обладают хорошим цветовым зрением. И заслуга открытия этого факта принадлежит К. фон Фришу. Схема опыта примерно такая же, какая была описана в самом начале этой статьи, только теперь брались похожие цвета, например, чашечка была поставлена на голубой квадрат, среди фиолетовых, в которых была вода. Но пчелы выбирали синюю чашечку, что была с сиропом [1]. Было так же замечено, что пчела не видит красную часть спектра, зато прекрасно видит ультрафиолетовую.

Для зрения пчелы характерны так называемые зрительные иллюзии (рис. 1). Она не может отличить фигуры внутри каждого из двух рядов, хотя нам они представляются различными [3]. Одно из объяснений этому то, что мы воспринимаем форму предметов как целостный образ, а для пчелы важную роль играет частота поочередного освещения и затемнения оматидиев деталями фигуры при ее перемещении в поле зрения. Но вероятно важную роль играет и линейный размер фигуры, и удаленность от глаза. Подобное явление очень важно для изучения систем распознавания образов нервной системой. И необходимо учитывать и то обстоятельство, что первичный анализ информации как у пчелы, так и у человека идет на уровне анализаторов, а головной мозг строит из этих данных образ предмета. Для человека тоже характерен

ЮБИЛЕЙ



Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад **Клавдия Степановна Зайнуллина** окончила биолого-почвенный факультет Ленинградского государственного университета в 1977 г. В Институте биологии работает с 1981 г., за период работы она прошла путь от старшего лаборанта до старшего научного сотрудника. Ее отличают широкая эрудиция, высокая работоспособность, доброжелательность, профессионализм. Научные интересы К.С. Зайнуллиной связаны с интродукционными исследованиями кормовых и лекарственных растений на Севере. В 1996 г. ею защищена кандидатская диссертация по теме «Изучение видового состава рода костреца (*Bromopsis* Fourg.) для интродукции в среднетаежной подзоне Республики

Коми». По результатам проведенных исследований выделены перспективные образцы костреца безостого, которые послужили основой для получения улучшенных популяций (сортов).

С 2000 г. К.С. Зайнуллина является ответственным исполнителем раздела «Выявление адаптационного потенциала кормовых растений (крупнотравных, бобовых, злаковых) в условиях Севера». С 2001 по 2003 гг. обучалась в докторантуре Коми НЦ УрО РАН. Тема ее исследований – «Внутривидовая изменчивость некоторых видов семейства Poaceae различного географического происхождения и выявление путей их адаптации к условиям Севера». В настоящее время она занимается оформлением диссертационной работы. Она – автор и соавтор 45 научных работ, в том числе двух монографий.

*Пусть Ваша жизнь течет удачно
И Ваши сбудутся мечты,
Лишь Вам все наши пожеланья,
Улыбки наши и цветы,*

*Пускай обходит Вас беда,
Встречает радость новью,
Пусть Вам сопутствует всегда
Прекрасное здоровье.*

Дорогая Клавдия Степановна, от всей души поздравляем Вас со славным юбилеем – 50-летием со дня рождения! Желаем Вам крепкого здоровья, счастья, благополучия в семье и успешной творческой работы по обобщению в докторской диссертации накопленного Вами богатого научного материала.

Сотрудники отдела Ботанический сад

ряд иллюзий, которые связаны чаще всего с восприятием объемных предметов (рис. 2). Это изображение кажется треугольником, нарисованным в объеме, однако если внимательно приглядеться, то можно заметить, что такой фигуры реально существовать не может.

Центральное звено. Поведение зависит от функционального состояния нервной системы и от внешних раздражителей, которые поступают от рецепторов. Следовательно, центральная нервная система выполняет в поведении координирующую роль.

Последовательная смена раздражителей приводит в согласование действие функциональных систем организма (термин П.К. Анохина). Например, поиск жертвы у роющей осы является серией поведенческих актов, на каждом этапе участвуют при этом различные органы чувств. Увидев добычу (пчелу), она летит прямо к ней и занимает позицию в 8-10 см с подветренной стороны, но оса еще, видимо, не опознала пчелу. С наступлением второй фазы цикла несколько секунд хищник выжидает и рывком бросается на жертву, такое поведение, скорее всего, вызвано специфическим запахом пчелы, так как такое же поведение вызовет любой объект, внешне напоминающий пчелу и пахнущий как пчела. В эксперименте оса бросается на мертвую пчелу, подвешенную на нити, и не тронет ту, которая была лишена экспериментатором запаха. Далее оса ощущывает жертву и жалит ее в подбородок. Эта фаза тоже не менее важна, так как было замечено, что оса ужалит и муху, которой придан запах пчелы, но не тронет палочку с тем же запахом [5]. Здесь проиллюстрирована деятельность функциональной системы пищевого поведения. На каждом этапе активируются разные центры нервной системы. Эти временно господствующие очаги возбуждения в центральной нервной системе А.А. Ухтомский назвал доминантой.

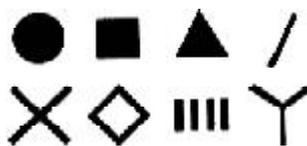


Рис. 1. Зрительная иллюзия пчелы [3].



Рис. 2. Зрительная иллюзия человека.

Эффекторное звено. Особенностью функционирования мышечной системы насекомых является наличие собственной ритмической деятельности мышцы, то есть на один сигнал мышца отвечает не одним сокращением а несколькими. Это имеет большое значение при локомоции, позволяя двигаться быстрее, так некоторые стрекозы развивают скорость до 40 км/ч. Замечено также, что нога некоторых насекомых продолжает двигаться и после отрыва от тела.

Проблема 3: биоритмологическая. Какова роль внешних и внутренних часов в поведении насекомых? Одной из удивительных сторон жизни живых организмов на Земле являются ритмические изменения жизненных процессов, в том числе поведенческих. Биоритмы – это периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений [6].

Солнце не только является источником жизни на Земле, посылая кванты света к нашей планете, которые улавливаются листьями растений, и энергия этого света мощным потоком устремляется через все живые организмы. Солнце является еще и мощным регулятором жизненных процессов. Ритмы солнца и в меньшей степени луны оказывают огромное влияние на поведение животных.

Знание биоритмологических особенностей, которые сопровождают жизнь насекомых, имеет практическую направленность. Например, саранча *Schistocerca*, живущая в Северной Африке, Западной и Южной Азии и Туркмении, каждые 11 лет изменяет свое поведение и превращается из оседлой формы в перелетную и уничтожает многие тропические сельскохозяйственные культуры. Щербиновский подробно изучил это явление и в 1958 г. предсказал последний залет *Schistocerca* на территорию Туркмении. Она быстро была ликвидирована [6]. Мончадский, изучая поведение крово-

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

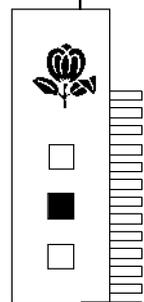
**Галина Александровна Забоева —
30 лет трудовой деятельности в Институте биологии**

Трудовую деятельность в Институте биологии Галина Александровна Забоева начала в 1974 году в лаборатории физиологии растений, в которой под руководством Р.А. Роцевской проводила изучение накопления основных элементов минерального питания и фосфорного обмена растений в условиях Севера, освоив комплекс методик биохимического анализа, а также методики 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. Высокий профессионализм при организации и проведении химико-аналитических измерений, систематизации полученных результатов, внимательность и тщательность в прочтении методической литературы позволили Галине Александровне быстро адаптироваться к новым видам работ при переходе в отдел почвоведения (1985 г.), а затем в аналитический отдел (1990 г.). В настоящее время Галина Александровна — ведущий специалист в области агрохимического анализа почв, зольного анализа, активно работает по внедрению в практику лабораторий Института международных методик количественного химического анализа почв (ФАО ЮНЕСКО).

Галина Александровна — ответственный и профессиональный работник, честный и порядочный человек, красивая женщина, любящая мать и жена.

Желаем ей здоровья, благополучия, успехов в воспитании детей, хорошего настроения и еще многих трудовых юбилеев в стенах Института биологии.

Коллеги



сосущих комаров, пришел к выводу [4]: одним из главных факторов, обуславливающих нападение гнуса, является влияние луны. Причем в полнолуние интенсивность нападения выше, чем в безлунные ночи. Объясняется это ведущей ролью зрительных анализаторов. Комары могут примерно определить, где находится добыча, но для более точной ориентации им нужно видеть ее.

Механизм функционирования биологических часов насекомых до сих пор неясен. Предполагают, что в основе функционирования биологических часов лежат внутренние процессы, происходящие в организмах. Предполагают, что центры, управляющие биоритмами, находятся в подглоточном ганглии или, скорее всего, в зрительных долях мозга, и они зависимы от изменений факторов внешней среды.

Проблема 4: синергетическая. *Каковы особенности процессов самоорганизации в колониях насекомых?* Социальное поведение регулирует пространственно-демографические характеристики группы особей (дема), определяет специфическую для каждого вида этологическую организацию. Н. Тинбергрен [5] уточняет это определение еще одним положением: социальное поведение основано на взаимопомощи, то есть на совместном совершении каких-либо действий. Например «агрегация» бабочек, которые прилетели на свет фонаря, не обладает социальным поведением, а сложноорганизованное сообщество пчел обладает им. Н. Тинбергрен выделяет три основных типа социального поведения: семейная и групповая жизнь, брачное поведение и драка.

Семейная и групповая жизнь дает особям, а следовательно, и видам значительные преимущества. Так, скопление гусениц бабочки *Vanessa io* защищает их от певчих птиц типа горихвосток; регулярно наблюдалось, что они не нападают на группу гусениц, зато склеивают любую из тех, кто от нее отбивается [5]. Этот пример является иллюстрацией хорошо известного экологического принципа Олли (в агрегациях организмов наблюдается снижение смертности). Н. Тинбергрен выделяет несколько уровней социальной организации, которые можно разделить на две группы: низшие (осы: аммофила и галикт и шмели), для которых характерны кратковременность жизни сообществами и слабое разделение труда или отсутствие такового и высшие (пчелы, термиты). Сообщества пчел и термитов долговременное и существуют «касты». Большая часть членов пчелиной колонии гаплоидные самки и поэтому мутации у них не вносят существенного вклада в изменчивость вида в целом. Поэтому их нельзя отождествлять ни с популяцией, ни с семьями у позвоночных, а это особая форма организации особей, имеющая приспособительный характер.

Проблема 5: репродуктивная. *Какова роль поведения репродуктивной изоляции у насекомых?* Брачное

поведение характерно для большинства насекомых. Для многих насекомых выделение вида идет по строению гениталий без учета поведения насекомых. Возникает вопрос: что изменяется первым – строение гениталий или специфическое поведение, обеспечивающее встречу партнеров? Если поведение, то для выделения вида более важен поведенческий критерий. А если гениталии, тогда насколько эффективно действует механическая изоляция видов. Одной из важнейших сторон его является коммуникация и ориентация партнеров. Функционирование системы брачного поведения насекомых можно описать следующим образом: самки подают либо химические сигналы (большинство насекомых), либо световые (светлячки), либо звуковые (прямокрылые), далее, когда самка и самец замечают друг друга у большинства насекомых они проделывают движения, которые исследователи называют танцем, и уже после этого наступает копуляция. Таким образом, мы видим, что существует многоступенчатая этологическая изоляция, которая исключает спаривание разных видов.

Проблема 6: социобиологическая. *Каковы функции антагонистического поведения в поддержании популяции насекомых?* Для животных, живущих в обедненной среде, характерно антагонистическое поведение. Чарлз Дарвин отнес его к явлению внутривидовой конкуренции. Оно часто встречается у насекомых с иерархической структурой популяции и территориальным поведением. Это мощный механизм поддержания равновесия между численностью популяции и объемом ресурсов. Тема агрессии была актуальна для работ этологов и психологов XX века. Значительный вклад в разработку этой темы внес Конрад Лоренц. Он отмечал, в частности, такой парадокс: животные редко убивают представителей своего вида, и каннибализм среди хищников наблюдается реже, чем у растительноядных. Открытая агрессия чаще заменяется сложными механизмами антагонистического поведения. Из этого он делал вывод, что у животных уже заложены предпосылки к развитию морали. Например, у полевых сверчков, если особи равные по рангу встречаются, то между ними неизбежна драка, причем о ранге насекомого свидетельствуют усики и, чем они больше, тем выше ранг. Драка чаще заменяется демонстрацией усиков.

Проблема 7: эволюционная. *Можно ли использовать поведенческие паттерны для филогенетических построений у насекомых?* Любого биолога независимо от направления его исследования волнует происхождение того или иного явления или формы. Нельзя не задержаться на этом внимании, изучая поведение насекомых. Но в отличие от многих других наук, перед этологией стоит масса проблем, еще до конца не разрешенных, связанных с невозможностью получить данные о поведении ископаемых животных, поэтому



НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ



Совет Российского экологического движения (РЭД-«Зеленые») по представлению правления Российского экологического союза наградил **Бартельда Фоккенса** (Нидерланды) и **Меннобарта ван Эрдена** (Нидерланды) Почетным дипломом «За охрану природы России».

Из сообщения газеты «Зеленый мир», № 3-4, 2004 г.

Сердечно поздравляем наших коллег и многолетних партнеров и надеемся на nonstop'ную работу в будущем.

ведущая роль в изучении эволюции поведения принадлежит сравнительному методу. Различия в поведении близкородственных видов получили название этокинов. Rowe [7] сделал попытку создать филогенетическую схему развития отряда стрекоз, которая учитывала бы поведенческие признаки. Он выделил 26 паттернов агонистического поведения личинок стрекоз, проанализировал их, отметив плезиоморфные и апоморфные признаки, и сравнил с данными, полученными палеонтологами. Это позволило уточнить статус некоторых таксонов. Среди врожденных форм поведения можно выделить таксисы и инстинкты:

- таксисами называются направленные движения организма по отношению к источнику раздражения. Названия их говорят сами за себя: гигротаксис, термотаксис, фототаксис и др.

- инстинкты представляют собой уже более сложную форму поведения и имеют колоссальное значение в жизни особи и вида в целом. Наследование некоторых инстинктивных актов уже известно в общих чертах. Так Ротенбулер [2] раскрыл механизм наследования удаления пчелой из улья поврежденных личинок. Она удаляет те личинки, которые были повреждены американским гнильцом. Пчелы некоторых линий

вскрывают ячейки и удаляют пораженных личинок, а у других линий этого не наблюдается. При скрещивании оказалось, что это поведение контролируется двумя генами, которые, вероятно, находятся в разных хромосомах. Один из них контролирует вскрывание ячеек, другой – удаление личинок из улья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балаян В.М., Короткий Р.М. Химический язык насекомых. М., 1987. 276 с.
2. Дьюсбери Д. Поведение животных. М.: Мир, 1981. 523 с.
3. Ичас М. О природе живого: механизмы и смысл. М.: Мир, 1994. 467 с.
4. Мончадский А.С. Летающие кровососущие двукрылые на территории СССР и некоторые закономерности их нападения на человека // Энтом. обозрение, 1956. Т. XXXV, № 3. С. 547-558.
5. Тинберген Н. Социальное поведение животных. М.: Мир, 1993. 174 с.
6. Ягодинский В.Н. Ритм, ритм, ритм. М.: Знание, 1985. 238 с.
7. Rowe R.J. Agonistic behavior in full-grown larvae of the damselfly *Diphlebia euphoeoides* (Odonata: Amphipterygidae) // J. Zool. (Lond.), 1993. Vol. 229. P. 1-15.



ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



ОДНОЛЕТНИЕ ВИДЫ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫХ: ИНТРОДУКЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА КОРМ



д.б.н. **В. Мишуров**
зав. отделом Ботанический сад
E-mail: mishurov@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 56 59

Научные интересы: биоразнообразие, интродукция, адаптация, введение в культуру



Г. Рубан
н.с. этого же отдела

Культурные виды семейства капустных известны человеку с глубокой древности. Это овощные: разновидности капусты, редис, редька, репа; масличные: рапс, сурепица, горчица, редька масличная; кормовые: капуста кормовая и кольраби, брюква, турнепс.

Масличные растения семейства капустных (горчица белая *Sinapis alba* L., сурепица *Brassica campestris* L., рапс *B. napus* L., редька масличная *Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg.) получили особенно широкое распространение в мире с середины XIX в. в результате бурного развития промышленности и ее спроса на технические масла. Под культурами заняты сотни тысяч гектаров в странах Азии, прежде всего в Индии, Европы, Америки, на африканском континенте и в Австралии. В России возделываются вслед за распространением их в Западной Европе: на территории Украины, Молдавии, Казахстана, южных районов РФ. Но производство дешевых минеральных масел вызвало в начале XX в. определенное сокращение площадей, особенно в Европе. Но вместе с тем растущий спрос на растительные масла

и кормовой белок, селекционные разработки с целью пищевого и кормового использования обусловили вновь значительное расширение посевов этих культур и рост производства их семян. В настоящее время посевные площади масличных семейства капустных в мире достигают более десятка млн. га [9, 13]. Семена современных сортов рассматриваемых видов содержат 40-45 % высококалорийного растительного масла, которое идет непосредственно в пищу и для изготовления маргарина, широко применяется в металлургической, лакокрасочной, мыловаренной, текстильной и других отраслях промышленности. При переработке на масло семян сортов пищевого назначения, содержащих 20-30 % белка, остаются жмыхи и шроты, представляющие ценный источник протеина для животных и птицы.

Наряду с масштабным возделыванием в качестве масличных, данные виды успешно выращивают для производства кормов (зеленая масса, силос, сенаж, травяная мука). Эта практика широко распространена за рубежом, в Германии, Польше, Нидерландах, Финляндии и

ряде других стран, ведется селекционная работа, также накоплен положительный опыт использования данных видов на корм в различных сельскохозяйственных районах бывшего СССР, как в районах традиционного возделывания культур на маслосемена: Украина, Белоруссия, Молдавия, юг России, так и значительного продвижения их в северном направлении: районы нечерноземья РФ, Сибири, прибалтийские республики [4, 7, 12].

Привлекательны новые сорта кормового назначения, прежде всего, за высокие темпы наращивания надземной массы, урожайность и питательную ценность, особенно в районах ограниченного земледелия, которым принадлежит и Республика Коми. Интродукция и изучение полезных свойств данной группы растений в отделе Ботанический сад занимает значительный временной промежуток, с 50-х годов минувшего столетия и до настоящего времени. В период широких интродукционных исследований новых кормовых растений (1950-1970 гг.) большое внимание было уделено и однолетним сем. капустных. В монографии

ческой работе К.А. Моисеева, П.П.Вавилова, Е.С. Болотовой, В.А. Космортова (1963) [8] изложены первые итоги опытных работ, рассмотрены вопросы морфологии, биологии, приемов возделывания редьки масличной и горчицы белой. Более развернутые исследования по редьке масличной проводились позднее В.П. Мишуровым, М.И. Александровой, В.Ф. Коломийцевой (1973) [10], изучались вопросы биологии цветения в связи с семенной продуктивностью, урожайность надземной массы с использованием различных приемов возделывания: нормы, сроки и способы посевов, дозы удобрений, борьба с вредителями капустных, а также химический состав и кормовые достоинства зеленой массы и силоса, дана экономическая оценка. Успешными были дальнейшие исследования по рапсу и сурепице (1970-1990 гг.), проводимые К.А. Моисеевым, А.Н. Мартыновым, Г.А. Рубан. Полученные разносторонние научные данные на большом исходном материале (десятки сортообразцов) позволили признать данные кормовые виды в большой степени перспективными. В условиях среднетаежной подзоны за короткий вегетационный период (40-60 дней) формируют урожай надземной массы от 2.5 до 6.0 кг/м² в зависимости от сорта и срока посева. Доказана возможность распространения данных культур до зоны тундры, г. Инта [6], г. Воркута [2].

В ботаническом описании при наличии всех характерных особенностей у видов много общего. Стебли растений прямостоячие, достигают высоты в фазе цветения 110-130 см (исключение составляют озимые формы рапса и сурепицы – 50-80 см), ветвистые, длина боковых ветвей в зависимости от вида может достигать 40 (горчица)–80 см (редька масличная), корень стержневой проникает на глубину 40-60 см; основная масса корней располагается на глубине 25-30 см; листья нижние ланцетно-перистонадрезные, черешковые, верхние – цельные, различные по форме; соцветия кистевидные, цветки желтые, не крупные (7-10 мм) (за исключением редьки масличной – цветки белые или розово-лиловые, 12-15 мм), в количестве более 50 шт. на центральном соцветии; плод стручок, длина створок 40-55 мм, диаметр 3-5 мм (у р. масличной до 15 мм); количество стручков на растении 200 и более шт.; семена шаровидные, в диаметре 1.2-1.7 мм (у р. масличной до 3.0 мм), окраска от желтой (г. белая) до буровато-черной (рапс); масса 1000 штук 2.5-4 г (у р. масличной – 9-12 г).

В отношении биологических особенностей следует отметить главные – это растения однолетние, быстрорастущие в условиях длинного дня, интенсивно накапливающие большую надземную массу к фазе цветения, но ограниченность температурного фактора на Севере не позволяет завершить жизненный



Рапс яровой в июньском посеве.

цикл фазой полной спелости семян. Последние можно получить путем дозаривания в снопах (в благоприятные годы). Период плодоношения растянут, растения полегают, повышенная влажность и низкие температуры в сентябре не способствуют полноценному созреванию семян. При посеве в весенние сроки (I декада июня) всходы появляются через 10-12 дней, фаза бутонизации в зависимости от вида наступает в пределах начала июля (горчица белая) – середина июля (редька масличная), соответственно, наступает фаза цветения – II и III декада июля, а спустя 15-20 дней отмечено начало плодоношения. Период цветения продолжителен, от 40 у наиболее быстрорастущих горчицы и сурепицы до 60 дней и более – у р. масличной и рапса, не менее продолжителен период плодоношения, практически до наступления устойчивых заморозков в конце сентября.

Наряду с исследованием биологических особенностей культур отрабатывались приемы возделывания. Экспериментами было установлено, что культуры терпимы к различным типам почв, от суглинков до осушенных торфяников. Обработка почв включает пахоту, боронование и выравнивание участков, так как посев семян производится на малую глубину – 1.0-1.5 см и прикатывание. Норма высева 10-12 кг/га (редьки 15-20). Посев узкорядный, ширина междурядий 15-30 см. Положительно влияет на урожай культур внесение органических (20-30 т/га навоза) и минеральных (45-60 кг д.в. на 1 га) удобрений. Необходимо также учитывать пагубное влияние вредителей капустных, проводить своевременные обработки посевов, соблюдать севообороты.

Известно в практике сельского хозяйства о рациональном использовании быстрорастущих видов растений в различных по срокам посевах. В условиях Республики Коми вполне приемлемо использовать данные виды растений как в весенних (I декада июня), так и летних (I декада июля) посевах [1, 3, 5, 8] и последние даже предпочтительнее [11]. Летние сроки посева заметно увеличивают урожай зеленой массы (40-60 т/га) и ее облиственность (до 50 %) в сравнении с весенними (соответственно 25-35 т/га и 30-35 %). И только использование озимых форм рапса и сурепицы при весенних сроках посева позволяет полу-

чать аналогичный результат по урожайности зеленой массы с летними посевами яровых форм этих видов, р. масличной и г. белой. При этом следует отметить у озимых форм продолжительнее период вегетации до укосной спелости (60-70 дней). В летних посевах практически сведена к нулю вероятность поражений растений вредителями.

Зеленая масса растений богата питательными веществами и легкоусвояема животными. Одним из главных достоинств ее является высокое содержание протеина, 20-24 % на сухое вещество в фазе цветения и выше – в ранние фазы развития, аскорбиновой кислоты 80-120 мг, каротина – 4.5-5.0 мг в 100 г сырого вещества, основных элементов минерального питания: фосфора – 0.7-1.2 %, калия 2.4-5.0 %, кальция 1.0-1.2 % на сухое вещество, зольных элементов до 10-15 %. Используется зеленая масса растений на зеленый корм, в составе силосов, на травяную муку и гранулы. Возделывание данных культур в различных промежуточных посевах позволяет существенно расширить границы зеленого конвейера для животных, делать запасы кормов: силоса, сенажа в смеси с другими кормовыми растениями. К ценным качествам представляемых растений следует также отметить и то, что они являются прекрасными медоносами, а запашка молодых посевов может служить отличным зеленым удобрением, обогащая почву легкоусвояемыми формами азота для последующих культур.

Завоз семян для посевов данных масличных культур в современной ситуации не проблематичен в виду широкого возделывания их в различных регионах России и за рубежом на маслосемена и несравнимо меньше по объему в сравнении, например, с горохо-овсяной смесью.

Таким образом, представленная группа однолетних видов семейства капустных является важным резервом пополнения ассортимента традиционных кормовых растений. Оптимальное использование ими климатических ресурсов: холодостойкость, интенсивное вегетирование в условиях длинного дня в короткие сроки, влаголюбивость, ценные кормовые и сопутствующие достоинства – важнейшие характеристики для возделывания растений на Севере, в зоне ограниченного земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агробиологические ресурсы Республики Коми и их рациональное использование. Сыктывкар, 1999. 229 с.
2. Антонов Н.А. Обогащение культурной флоры тундры новыми видами кормовых растений // Материалы VIII Всесоюзного симпозиума по новым кормовым растениям: Тез. докл. Сыктывкар, 1993. С. 8.
3. Иевлев Н.И., Рубан Г.А. Козлятник восточный и рапс – источники кормового белка. Сыктывкар, 1988. 24 с. – (Сер.

Науч. рекомендации – народному хозяйству / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 67).

4. Кузнецова Р.Я. Масличные культуры на корм. Л., 1977. 152 с.

5. Малораспространенные силосные культуры. Л., 1979. 328 с.

6. Мартынов А.Н. Сурепица яровая и редька масличная при выращивании в условиях Заполярья Коми АССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1978. 18 с.

7. Моисеев К.А., Мишуров В.П. Редька масличная. Л., 1976. 72 с.

8. Новые перспективные силосные растения в Коми АССР: итоги опытных работ / К.А. Моисеев, П.П. Вавилов, Е.С. Болотова и др. Сыктывкар, 1963. 240 с.

9. Рапс, сурепица / А.А. Гольцов, А.М. Ковальчук, В.Ф. Абрамов и др. М., 1983. 192 с.

10. Редька масличная – новое силосное растение: Результаты изучения и производственного испытания / В.П. Мишуров, М.И. Александрова, Т.Ф. Коломийцева и др.. Сыктывкар, 1973. 64 с.

11. Рубан Г.А. Рапс яровой и озимый в летних посевах в условиях средней тайги Коми АССР // Тезисы докладов VII Всесоюзного симпозиума по новым кормовым растениям. Сыктывкар, 1990. С. 163.

12. Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. Киев: Наукова думка, 1991. 192 с.

13. Утеуш Ю.А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве. Киев: Наукова думка, 1979. 228 с.



КОНФЕРЕНЦИИ



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

асп. В. Щанов

С 10 по 12 ноября 2003 г. в Москве в Институте космических исследований проходила конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Проведение конференции спонсировалось коммерческими организациями, работающими в области обработки и применения данных дистанционного зондирования Земли. Регламент работы конференции включал пленарные и секционные заседания, сессию стендовых докладов с их детальным обсуждением, а в завершении работы этого научного форума был организован круглый стол.

Участниками конференции были представлены доклады, посвященные описанию возможностей систем

мониторинга Земли из космоса. В частности, обсуждались такие вопросы, как мониторинг растительного покрова, мониторинг рыбных стад, мониторинг окружающей среды в целом, мониторинг пожарной обстановки, мониторинг землетрясений из космоса, мониторинг океанов и морей, мониторинг снежного покрова. В ряде докладов обсуждались вопросы построения различных тематических карт. Однако почти в каждом из них основное внимание было уделено описанию возможностей мониторинга, в то время как описание того, как строились карты, и как вести подобный мониторинг было очень поверхностным. Почти все доклады, посвященные ведению дистанционного

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

16-21 февраля 2004 г. на базе Института биологии состоялся VII Всероссийский популяционный семинар «Методы популяционной биологии», который продолжает традиции популяционных семинаров, начатых кафедрой ботаники, экологии и физиологии растений Марийского государственного университета в 1997 г.

Первые три семинара прошли в Марийском ГУ (г. Йошкар-Ола, 1997, 1998, 1999 гг.), четвертый – на базе Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (г. Москва, 2000 г.), пятый – в Институте экологии природных систем АН Республики Татарстан (г. Казань, 2001 г.), шестой – в Нижнетагильском государственном педагогическом институте (г. Нижний Тагил, 2002 г.). Материалы семинаров были опубликованы отдельными книгами, а также в специальных номерах журналов «Экология» (2001, № 3) и «Онтогенез» (2001, № 6; 2002, № 1).

К началу семинара был подготовлен сборник материалов (часть 1), посвященный применению различных подходов и методов в решении проблем популяционной биологии – внутрипопуляционного биоразнообразия, исследованиям оттогенеза, структуры и динамики популяций, теории эволю-



ции. Планируется отдельное издание заказных докладов, прозвучавших на семинаре, и материалов, не вошедших в первую часть сборника.

Большое внимание уделено вопросам популяционно-биологической оценки состояния окружающей среды, исследованию гомеостатических механизмов, обеспечивающих устойчивость биологических систем на разных уровнях.

На семинаре был обсужден широкий круг вопросов, касающихся современных проблем популяционной биологии, эволюции популяций, селекции растений и животных, сохранения и рационального использования биологических ресурсов. Особое внимание было уделено

обсуждению подходов и методов, применяемых в популяционных исследованиях.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Глотов Н.В., д.б.н., проф. (Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола) – **председатель**; **Безель В.С.**, д.б.н., проф. (Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург); **Головки Т.К.**, д.б.н., проф. (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар); **Животовский Л.А.**, д.б.н., проф. (Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова - РАН, г. Москва); **Жуйкова Т.В.**, к.б.н. (Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, г. - Нижний Тагил); **Зайнуллин В.Г.**, д.б.н. (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар); **Захаров В.М.**, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН (Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Центр экологической политики России, г. Москва); **Смирнов Н.Г.**, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН (Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. - Екатеринбург); **Таскаев А.И.**, к.б.н. (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар); **Татаринев А.Г.**, к.б.н. (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар).

мониторинга растительного покрова и составлению тематических карт растительности касались вопросов изучения состояния и динамики лесов.

Наиболее интересными для меня были доклады о перспективных направлениях использования данных спутниковых наблюдений для мониторинга растительного покрова (С.А. Барталев), где было отражено современное положение дел в области мониторинга растительности бореальных экосистем на континентальном уровне, и об использовании данных дистанционного зондирования Земли для решения задач гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (В.В. Асмус, О.Е. Милехин, А.В. Успенский), где были представлены примеры различных видов оперативной спутниковой информационной продукции, производимой НИЦ «Планета»: о состоянии облачного покрова, температуре мирового океана и морей России, ледовом, снежном и растительном покрове, наводнениях, пожарах, загрязнениях водной поверхности. На основании этого доклада можно было увидеть возможности дистанционного зондирования при решении разнообразных задач; мне были также интересны много более специализированных докладов. В ряде докладов описывались спутниковая аппаратура, автоматизированные системы сбора, обработки, архивации, хранения и распространения данных дистанционного зондирования для решения научных и прикладных задач. Прозвучало несколько докладов, посвященных изучению состояния поверхности морей и океанов, первичной продуктивности озер и морей с применением методов дистанционного зондирования. Ряд докладов имел рекламный характер.

Нами был представлен доклад, посвященный разработке методики оценки погодной динамики антропогенных нарушений и их площадных характеристик тундровых природных экосистем под влиянием объектов добычи нефти. Это является важным, поскольку, как показывает практика, нарушения природных экосистем, связанные с добычей углеводородного сырья, занимают площади гораздо большие, чем в разрабатываемом проекте. Это может быть связано со многими причинами, например, в проектах порой отсутствуют рекомендации для размещения базы монтажников-строителей. Часто она формируется вне зоны официального отвода, и тем самым площадь нарушений увеличивается на 25-40 %. Нередко в процессе монтажа

конструкции буровую приходится передвигать на новое место в ходе подготовительных работ, что тоже увеличивает площади нарушений природных экосистем. Поэтому важным аспектом экологического мониторинга является учет площадей нарушений. Модельный район исследований был нами выбран вокруг объектов добычи нефти на территории летних оленьих пастбищ ПСК «Колхоз «Ижемский оленевод». Для оценки динамики антропогенных нарушений мы провели отдельную контролируемую классификацию по степени нарушенности для каждой даты, после чего автоматически подсчитали площади нарушений различной степени и сопоставили их между собой. Результаты демонстрируют рост площадей с нарушенным растительным покровом в пределах первых двух буровых площадок. Выявлена организация несанкционированных вездеходных дорог.

На третьей буровой площадке из-за прекращения ее использования после 1990 г. наблюдается снижение площадей, лишенных растительного покрова, благодаря появлению пионерной растительности. Разработанная методика может использоваться в рамках природоохранных мероприятий, экологического аудита, при оформлении и контроле землеотвода, проведении экономических расчетов нанесенного ущерба и упущенной выгоды для оленьих пастбищ. Наш стендовый доклад был интересен многим из участников конференции, также занимающихся оценкой состояния растительности с использованием многозональных космических изображений видимого и инфракрасного диапазонов. Работа конференции проходила в очень теплой и дружественной обстановке. Во время обсуждения стендовых докладов и в перерывах между заседаниями была отличная возможность познакомиться и поговорить с людьми о том, чем они занимаются, выяснить интересные моменты исследований, и даже получить ценную информацию и некоторые материалы. По моей просьбе оргкомитет бесплатно записал компакт-диск с презентациями нескольких пленарных докладов. Конференция мне очень понравилась. Хотя было жаль, что кроме меня, вопросами дистанционного зондирования тундры из участников конференции никто не занимается.

Информацию об Институте космических исследований и об этой конференции можно получить по Интернет-адресу: arc.iki.rssi.ru.



ЭКСПЕДИЦИИ



ОЧЕРКИ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

к.б.н. **В. Мартынов**

«Экспедиция называется...» – говорят местные жители, слышав гул вертолета¹. Вот стих вдали шум двигателей винтокрылой машины и Вы, дорогой читатель, остаетесь наедине с природой. Впереди Вас ждет интересная и желанная работа, ночевки в палатке и сотни километров водной дороги: все ниже и ниже по серпантину горной реки.

На реках с опасными препятствиями (пороги, водопады и т.п.) управление лодками и плотами разрешается только опытным рулевым, хорошо знающим особенности местных рек
(Из Инструкции о порядке организации и проведения научных экспедиций)

ПРЫЖОК С ШЕСТОМ

Был конец сентября. Ночами изрядно подмораживало, и снег, накануне присыпавший стылую землю, днем уже не

таял. Хрупкое кружево заберегов начало стягивать потемневшие речные плесы. Наш отряд базировался на реке Щу-

гор в устье Малого Патока. Рано утром мы вышли на деревянной лодке в маршрут вверх по Щугору. На мелком, но

¹ К сожалению, в наше время использование вертолетов для доставки сотрудников и экспедиционного снаряжения к месту проведения полевых работ почему-то вышло из моды.

бурном пороге, в километрах двух от избы, где мы базировались, винт лодочного мотора задел дно, и предохранительная шпонка не выдержала удара. Взревел двигатель, разом освободившись от нагрузки, и я поспешил его заглушить. Лодка потеряла управление. Встречным потоком в считанные секунды ее развернуло поперек течения и повлекло вниз на вспененные буруны у валунов, плоские вершины которых выступали над поверхностью воды. Когда я закончил возню с мотором и поднял голову, то высоко над собой на фоне серого осеннего неба увидел своего приятеля. Он парил в воздухе, крепко ухватившись за вершину шеста. На его круглом молодом лице застыло сосредоточенное выражение. Рыжие усы и раскатынные бродни, напоминавшие ботфорты, делали его похожим на мушкетера из популярного фильма. Через мгновение прыгун с шестом лежал на каменистом дне студеной реки метрах в четырех от лодки, и только лицо, на котором отразилось удивление, выступало над поверхностью воды. Когда мой приятель поднялся на ноги, то вода едва достигала колен. Оказывается, он решил остановить опасное движение лодки, уперев шест в дно по центру борта. Под напором реки шест сработал как катапульта. Хорошо, что команда вовремя справилась с нештатной ситуацией, и лодка не подмяла под себя человека.

С честью выйдя из одного затруднительного положения, мы тут же попали в другое. Двигатель не заводился. Одежда на сотруднике стала покрываться коркой льда, на глазах превращаясь в панцирь. Вскоре он начал попросту замерзать. Пришлось толкаться шестами к берегу.

– Беги к избе, – сказал я пострадавшему, протягивая связку ключей, – затопи печь, медицинская аптечка в зеленом ящике².

Мотор удалось запустить только минут через двадцать после того, как за поворотом реки стихли громы обледеневшей телогрейки и тяжелый топот резиновых сапог по каменистому берегу.

Над крышей избы вился синий дымок. Мой приятель, раскрасневшийся и по пояс обнаженный, сидел за столом в жарко натопленном помещении. Глаза его возбужденно блестели, на щеках проступил яркий румянец. На столе перед ним были разбросаны медикаменты. Сырая одежда сохла над раскаленной буржуйкой.

– Ну что ж, – сказал я, – маршрут на сегодня придется отложить: займемся



Рис. Н. Быховец.

профилактикой простудных заболеваний.

Втроем мы сидели за маленьким импровизированным столом, обсуждали случившееся, делились опытом.

– Вот скажи мне, – обратился Саныч к принявшему крещение в ледяной купели, – как правильно разместить груз на лодке при подъеме и спуске по горной реке?

После недолгих размышлений мой приятель ответил:

– Думаю, что при подъеме надо загрузить нос, а при спуске – корму.

– Правильно, а почему не наоборот?

– Да потому, что при подъеме течение будет приподнимать нос лодки и топить корму, а при спуске этого не произойдет и можно пригрузить корму.

– Так, да не совсем так, – задумчиво молвил Саныч, заправляя в мундштук, искусно вырезанный из березового капа, овальную сигарету марки «Астра». – Это делается для того, чтобы тяжело груженная лодка не перевернулась на пороге при наезде на валун. Вот смотри, мы поднимаемся вверх. – Саныч взял со стола охотничий нож, наклонив закругленным лезвием книзу, опустил на лежавший на столе огурец. – Сели на валун носовой частью, и центр тяжести лодки остается внизу по течению. А теперь спускаемся вниз. – Саныч приподнял лезвие вверх и опять опустил рукоятку ножа на огурец. – Нос лодки минует препятствие, и мы сидим на валуне кормой. Опять центр тяжести лодки находится по отношению к валуну внизу по течению. Смекаешь? В таком положении лодка не развернется поперек течения и не опрокинется. Достаточно одному человеку переместить-

ся в корму или нос, и мы на свободе. Если загрузить лодку наоборот, то при наезде на валун ее центр тяжести окажется вверх по течению. С порогами шутки плохи: лодку тут же развернет поперек и опрокинёт. И мы, дорогой, поплыли, но уже на собственном животе. И так после каждой встречи с валуном. Тут никаких лекарств не хватит для профилактики простудных заболеваний! – Саныч любовно провел рукой по аптечке.

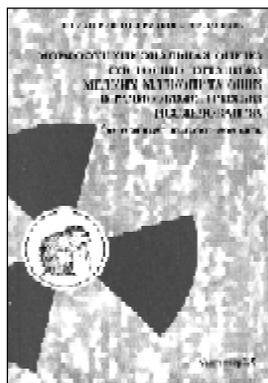
– Запомни главное правило: при движении по порогу лодка в любой ситуации должна быть сориентирована вдоль по течению. Не пытайся обойти препятствие крутым маневром. Лучше сидеть на валуне, но в лодке, чем за валуном, но в воде! И еще. Никогда на мелком перекате не сходи в воду перед плывущей по течению лодкой и не пытайся при ее протаскивании ухватиться за «подветренный», пусть очень удобный борт. Не дай бог, споткнешься или нога угодит в каменную ловушку... Из-под тяжелой лодки на мелком месте тебя никто не сможет вытащить. Ну, а если доведется сплавляться по горной реке на резиновой лодке, то всегда садись поверх упакованного груза. Тогда никогда не зацепишься за груз и сможешь выплыть на поверхность, если лодка перевернется, – закончил свою лекцию Саныч.

Быстро наступали осенние сумерки. Саныч достал парафиновую свечу, зажег ее и укрепил на столе. – Да, – сказал мой приятель, внимательно изучая инструкцию по применению медикаментов из аптечки, – опыт – великое дело, опыт не пропьешь!

¹ Согласно перечню экспедиционного снаряжения, в каждом отряде должна быть медицинская аптечка с набором медикаментов, необходимых для оказания первой медицинской помощи. Обычно аптечка хранится во вьючном ящике под замком.



ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ



Л.Д. Материй, О.В. Ермакова, А.И. Таскаев. **Морфофункциональная оценка состояния организма мелких млекопитающих в радиоэкологических исследованиях (на примере полевки-экономки)**. – Сыктывкар, 2004. – 164 с.

Обобщены материалы многолетних радиоэкологических исследований, связанных с изучением биологического действия ионизирующих излучений низкой интенсивности на животный организм в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Представлен документальный материал, характеризующий гисто- и цитоморфологическое состояние органов, тканей кроветворной (периферической крови, костного мозга, селезенки), эндокринной (щитовидной железы, коры надпочечников) систем и печени полевки-экономки, обитающей в природных биогеоценозах с повышенным естественно и техногенно обусловленным фоном радиации.

Морфологические исследования эндокринной и кровеносной систем и печени позволяют отметить, что сдвиги в этих системах аналогичны, но могут быть обусловлены как деструктивными, так и активно протекающими компенсаторно-восстановительными процессами. Показана взаимосвязь биологической эффективности малых доз ионизирующих излучений с половозрастными особенностями организма, сменой фаз популяционного цикла и генезисом радиоактивного загрязнения территорий.

Работа имеет важную теоретическую и практическую значимость для специалистов в области радиобиологии и экологии.

Библиогр. 278 назв.; илл. 41; табл. 25.

МАРТ: КАЛЕНДАРЬ ИМЕНИННИКА

- | | | | |
|----|--|----|--|
| ① | СКРОЦКИЙ БОЛЕСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ | ①⑦ | ЕСТАФЬЕВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ШАЛАЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА
ЕМЕЛЬЯНОВА ЛАРИСА ГЕОРГИЕВНА |
| ③ | БОБРЕЦОВА МАРИНА АНАТОЛЬЕВНА | ①⑨ | МОТОРИНА АННА ВЛАДИМИРОВНА |
| ④ | ЮШКОВА НАТАЛЬЯ ГЕЛИЕВНА
КУЗЬМИНА ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА | ②⑩ | ЗАГОРСКАЯ НАДЕЖДА ГАВРИЛОВНА
СЕМЕНОВА НАТАЛИЯ АНАТОЛЬЕВНА |
| ⑤ | РАЗМАНОВА ЭМИЛИЯ КОНСТАНТИНОВНА
ХАБИБУЛЛИНА ФЛЮЗА МУБАРАКОВНА | ②① | СЫЧЕВ РОМАН ЛЕОНИДОВИЧ |
| ⑥ | ПОЛАН АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ | ②② | ПОПОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА
КАРПОВА ИРИНА НИКОЛАЕВНА |
| ⑦ | ЗАЙНУЛЛИНА КЛАВДИЯ СТЕПАНОВНА | ②③ | ПОТОЛИЦЫНА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА
ЗИНКЕВИЧ НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА |
| ①① | РАПОТА ИННА ВЛАДИМИРОВНА | ②⑥ | ЮРИЩЕВА ЕЛЕНА ВАСИЛЬЕВНА
ЯНОВ ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ |
| ①③ | МУХИНА ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА | ②⑦ | ЗЛОБИНА НАТАЛЬЯ ВЯЧЕСЛАВОВНА |
| ①④ | РОГОВЦОВА ЕЛЕНА КОНСТАНТИНОВНА
ОМЕЛЬЯНОВИЧ СОФИЯ ГРИГОРЬЕВНА | ②⑧ | КОМАРОВА НИНА ГЕННАДЬЕВНА |
| ①⑤ | ЖЕЛЕЗНОВА ГАЛИНА ВИССАРИОНОВНА | ③⑩ | БУРАКОВА ФАИНА ИВАНОВНА |
| ①⑥ | ЕЛСАКОВ ВЛАДИМИР ВАЛЕРИЕВИЧ | | |

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При подготовке материалов для научно-информационного издания “Вестник ИБ”:

1. Все рукописи представляют ответственному за выпуск в одном экземпляре с приложением дискеты.
2. Текст набирают в редакторах “Word 6.0”, “Word 7.0” в формате RTF на дискетах 3.5 дюйма.
3. Каждую таблицу набирают в отдельном файле как в текстовых редакторах, так и с использованием табличных процессоров “Excel”.
4. Графики и диаграммы строят в табличном процессоре обязательно на отдельных листах.
5. Фотографии должны быть высокого качества, достаточно контрастными для сканирования.
6. Рисунки должны быть выполнены тушью на ватмане (размер листа А4). Ксерокопии не принимаются.
7. Список цитируемой литературы не должен превышать 5-7 наименований. Образцы основных библиографических описаний по ГОСТу 7.1-84 даны в “Требованиях по подготовке рукописей к печати в изданиях Коми научного центра УрО РАН”. Сыктывкар, 1998. С. 10-16. Список “Литература” приводят под порядковыми номерами, которые в тексте указывают в квадратных скобках.
8. Объем научных статей не должен превышать 10-11 м.п.с. из расчета 2000 знаков на одной странице, включая пробелы между словами и знаки пунктуации. При подготовке научных статей (проблемных, обзорных, исторических), превышающих указанный объем, требуется предварительное согласование с главным редактором.
9. Авторы научных статей обязательно указывают ученую степень, ученое звание, должность, название подразделения, несколько ключевых слов о научных интересах, адрес электронной почты и номер телефона.



Ссылка на “Вестник ИБ” обязательна. Перепечатка материалов только с разрешения редколлегии. Точки зрения редколлегии и авторов не всегда совпадают.

ВЕСТНИК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 2004 № 2(76)

Ответственный за выпуск **В.И. Пономарев**
Компьютерный дизайн и стилистика **Р.А. Микушев**
Компьютерное макетирование и корректура **Е.А. Волкова**

Лицензия № 19-32 от 26.11.96 КР № 0033 от 03.03.97

Информационно-издательская группа Института биологии Коми НЦ УрО РАН
Адрес редакции: г. Сыктывкар, ГСП-2, 167982, ул. Коммунистическая, д. 28
Тел.: (8212) 24-11-19; факс: (8212) 24-01-63
E-mail: directorat@ib.komisc.ru

Компьютерный набор.
Подписано в печать 17.02.2004. Тираж 200. Заказ № 8(04).

Распространяется бесплатно.