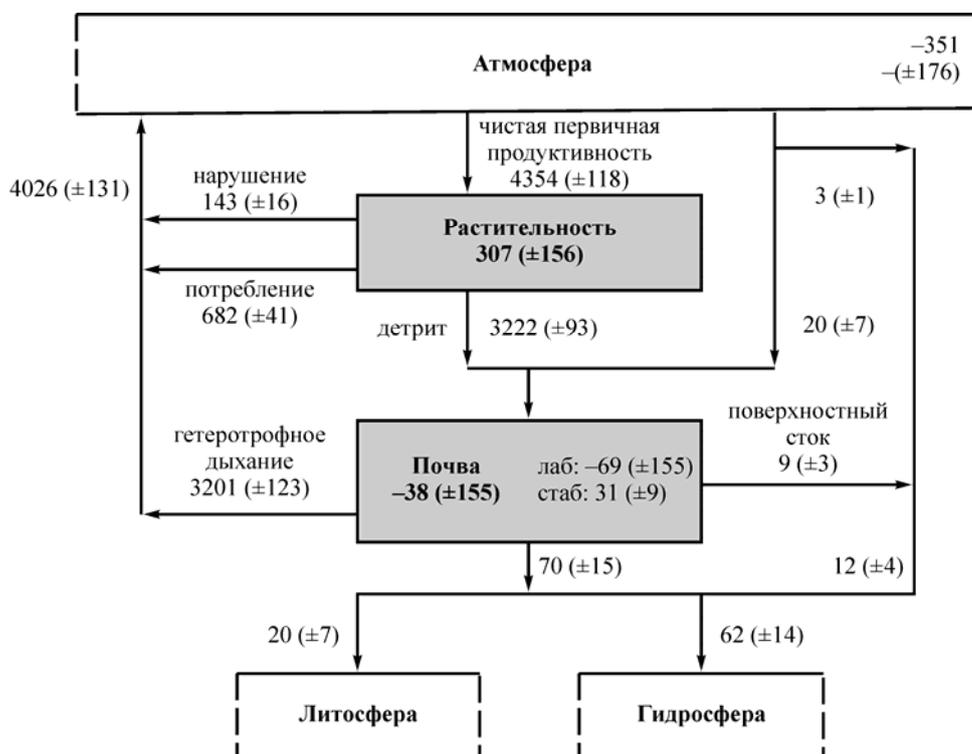


## 22. ЭКОЛОГИЯ, БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРАЗИИ: ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, МОНИТОРИНГ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ВОСПРОИЗВОДСТВО, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

**Программа 22.1. Прогнозирование экологических функций и биоразнообразия лесных экосистем Сибири, оптимизация их использования и воспроизводства (Координаторы академик Е. А. Ваганов, докт. биол. наук А. П. Абаимов)**

Институтом леса совместно с Международным институтом системного анализа (ИАСА) получены оценки полного углеродного бюджета для наземных экосистем России (рис. 1). Три основных потока — чистая первичная продукция, гетеротрофное дыхание и поток, обусловленный антропогенными причинами (нарушения, потребление), определяют величину чистой биомной продукции как численного выражения полного углеродного бюджета. Наземные экосистемы России в среднем за год (1988—1992 гг.) поглощали из атмосферы 351 Тг С/год. Приращение углерода

в растительности (307) и потери почвой (–38) составило 269 Тг С/год. Вынесено в гидро- и литосферу и удалено из биологического кругооборота 82 Тг С/год, что составляет только 2 % чистой первичной продукции. Следовательно, органическое вещество в размере годичной продукции удаляется из биологического кругооборота каждые 50 лет. Для более продолжительного периода (1988—2002 гг.) сделаны оценки только годичного поглощения углерода, который в среднем составляет  $520 \pm 128$  Тг С/год при годичной вариабельности от 180 до 750 Тг С/год.

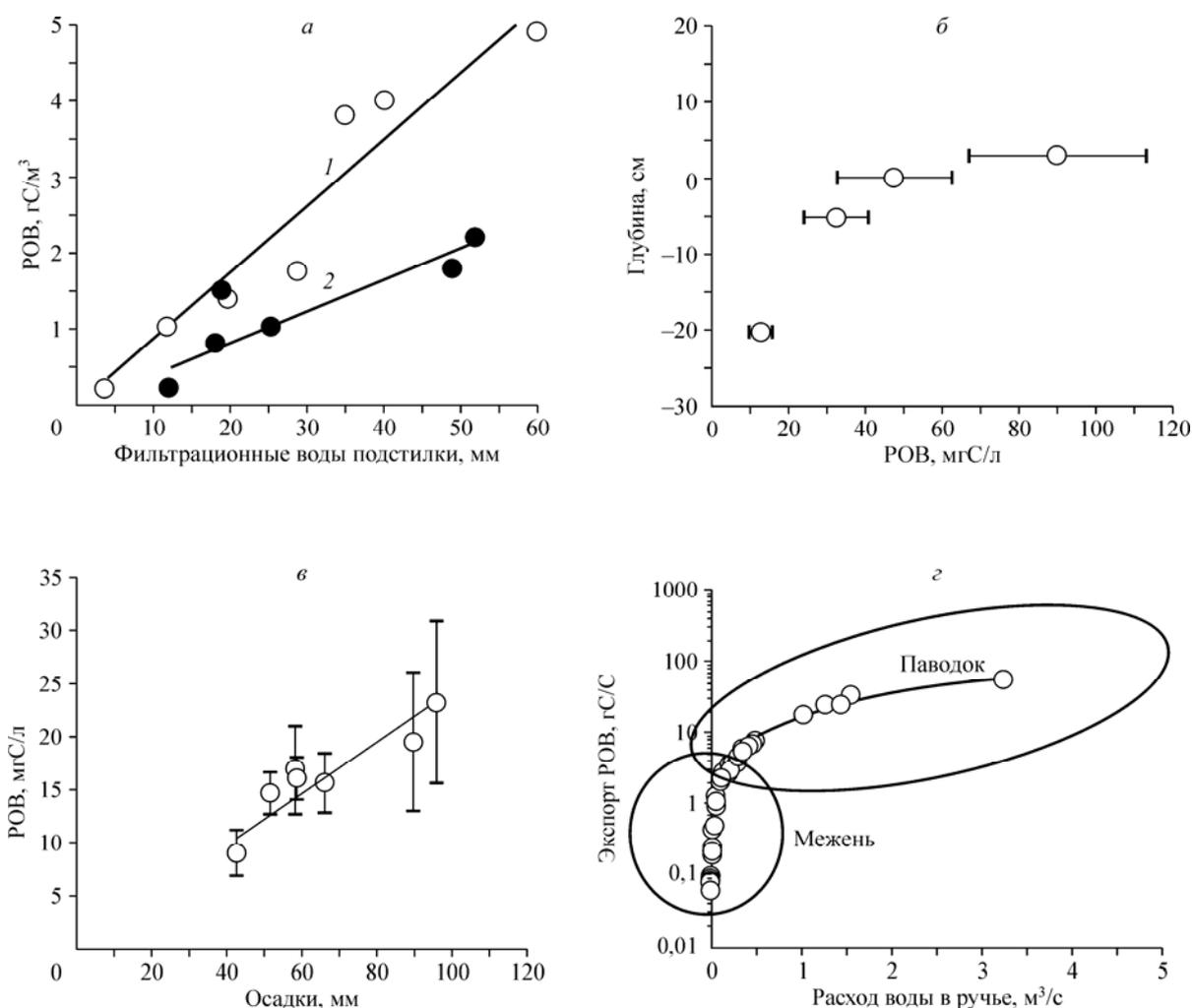


**Рис. 1.** Углеродный бюджет наземных экосистем России за 1988—1992 гг. Все величины даны в Тг С/год.

**Fig. 1.** The carbon budget of Russian terrestrial ecosystems for 1988—1992. All values in Tg C years<sup>-1</sup>.

Институтом леса установлено, что в мерзлотной зоне мобилизация растворенного органического вещества (РОВ) в лесной подстилке определяется гидротермическим режимом (рис. 2, *a*) и может достигать 1,7 % ( $19,0 \text{ г С/м}^2$ ) от массы органического материала. Миграция РОВ в системе почва—водоток определяется количеством осадков. При незначительной интенсивности нисходящая миграция РОВ в почвенном профиле сопровождается снижением

его концентрации за счет адсорбции оттаивающей почвой (рис. 2, *б*). Увеличение количества летних осадков предопределяет рост поверхностного стока и обуславливает увеличение концентраций (рис. 2, *в*) и экспорта (рис. 2, *г*) РОВ в водотоки. Величина выноса РОВ из лесных экосистем при этом может достигать 3—4 % от их годичной нетто-продуктивности, что существенно выше, чем в среднем для бореальной зоны.



**Рис. 2.** Потoki растворенного органического вещества в системе почва—водоток: *a* — поступление РОВ из подстилки в почву на южном (1) и северном (2) склонах; *б* — изменение концентрации РОВ при миграции в почвенном профиле; *в* — зависимость концентрации РОВ в водотоке от количества осадков; *г* — зависимость экспорта РОВ в водотоке от расхода воды.

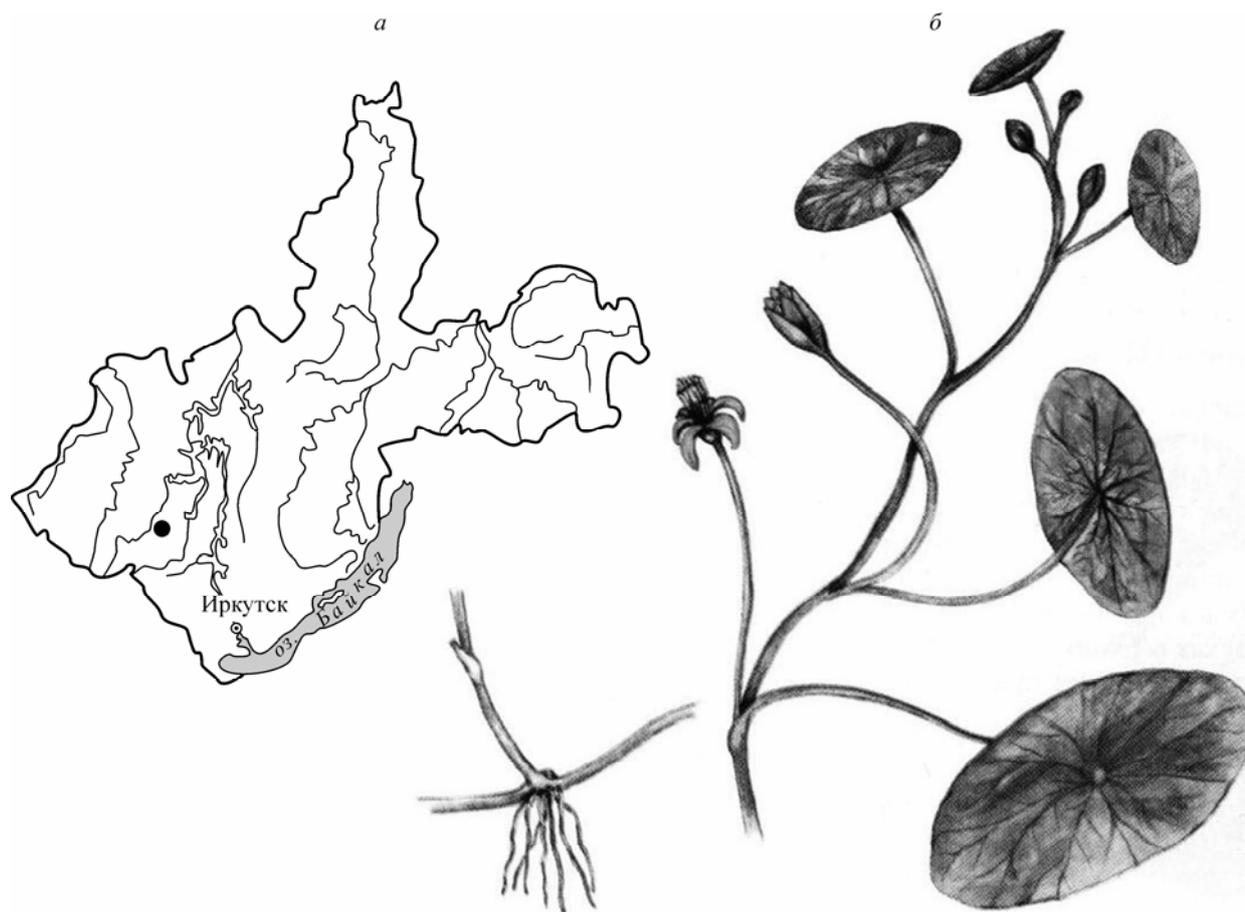
**Fig. 2.** The fluxes of soluble organics in the system soil—water: *a* — the flux of POB from litter to soil on the southern (1) and northern (2) slopes; *б* — variation of POB concentration at migration in the soil profile; *в* — dependence of POB in the water flow on precipitation; *г* — dependence of POB export on water flow intensity.

**Программа 22.2. Инвентаризация, мониторинг биоразнообразия и пространственно-временной организации наземных и водных экосистем, растительных, животных и почвенных ресурсов. Сохранение и изучение уникальных генофондов микроорганизмов, животных и растений**  
(Координатор докт. биол. наук В. П. Седельников)

Центральным сибирским ботаническим садом опубликован завершающий 14-й том «Флоры Сибири», содержащий дополнения и изменения по номенклатуре и распространению видов, которые появились после выхода в свет соответствующих томов коллективной монографии. Том дополнен семейством Кабомбовые, 16 новыми родами, 208 видами и подвидами. Приведены алфавитные указатели русских и латинских названий, которые позво-

ляют быстро и эффективно осуществлять поиск необходимой информации одновременно по всем томам серии. Закончена работа по заполнению электронной базы данных (БД) «Флора Сибири» (рис. 3).

В этом же Институте подведены итоги многолетних исследований биологических свойств тополя лавролистного (*Populus laurifolia* Ledeb.) — одного из наименее изученных видов сибирской арборифлоры. Показаны его

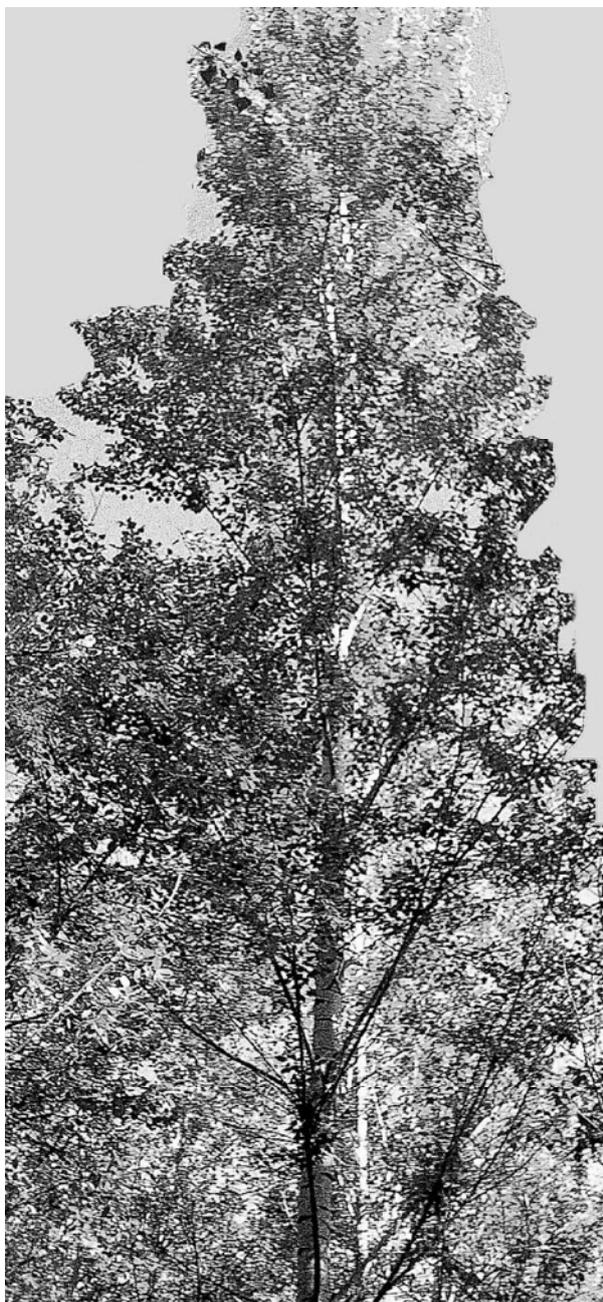


**Рис. 3.** Уникальные новые вид, род и семейство во флоре Сибири.

*a* — местонахождение в Иркутской области; вид найден В. В. Чепиной (1999) в озере Кривое; *б* — внешний вид Бразении Шребера (семейство Кабомбовые). Рис. С. Г. Казановского из «Красной книги Иркутской области».

**Fig. 3.** Unique new species, genus and family in flora of Siberia.

*a* — point of distribution in Irkutskaya Oblast; species was found by V. V. Chepinoga (1999) in Krivoe Lake; *б* — *Brasenia schreberi* (family Cabombaceae). Fig. of S. G. Kazanovsky from «Red Book of Irkutskaya Oblast».



**Рис. 4.** Фрагмент кроны быстрорастущего декоративного гибрида № 14 (*P. laurifolia* × *P. pyramidalis*).

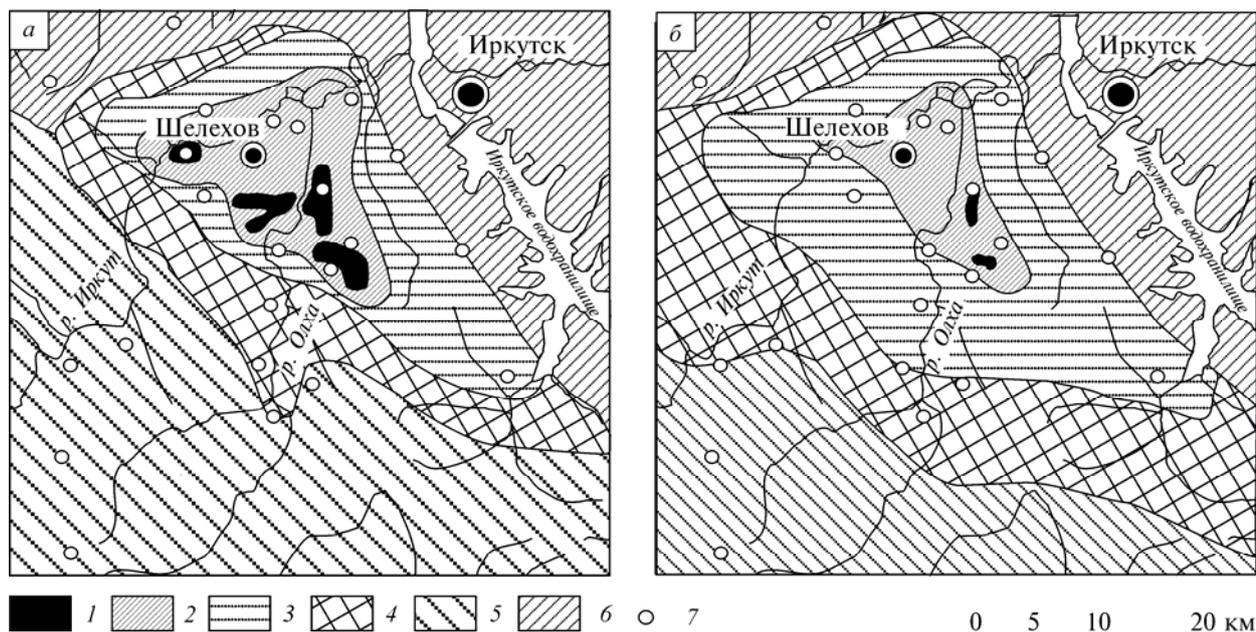
**Fig. 4.** A fragment of the crown of fast growing ornamental hybrid № 14 (*P. laurifolia* × *P. pyramidalis*).

экологические особенности, интенсивность роста, продуктивность в природе и интродукции, способы размножения. Проведена работа с этим видом тополя путем межвидовой гибридизации. Выделено три элитных гибрида, характеризующихся быстрым ростом, высокой зимостойкостью и относительной засухоустойчивостью. Среди них Гибрид № 14 (*P. lauri-*

*folia* × *P. pyramidalis*) мужского пола — не образует «пуха». Отличается прямым стволом, декоративной кроной, легкостью вегетативного размножения (рис. 4). Рекомендуется для широкого испытания в садово-парковом строительстве. Посадочный материал передан в г. Новокузнецк для проведения опытных работ по биологической рекультивации техногенных ландшафтов. По материалам исследований издана монография «Тополь лавролиственный».

Сибирским институтом физиологии и биохимии растений подведены итоги изучения пространственно-временной динамики физиологического состояния древостоев сосны обыкновенной при длительном воздействии фторсодержащих эмиссий алюминиевых заводов. Загрязнение лесов оценивалось по аккумуляции в хвое сосны фтора и других поллютантов. Показана приоритетная роль фторидов как токсикантов, определяющих степень угнетения древостоев. Установлен высокий уровень обратной корреляции между накоплением фтора в хвое и целым рядом морфофизиологических параметров деревьев, в том числе уровнем дефолиации крон, массой побегов, радиальным и линейным приростом, содержанием органического фосфора в хвое, соотношением белковой и небелковой фракций азота. Корреляция между параметрами состояния деревьев и накоплением фтора наиболее высока, когда уровень этого токсиканта превышает 35 мг/кг сухого вещества хвои. В районе Шелеховского промышленного узла — основного источника фторсодержащих эмиссий в Прибайкалье — площадь сильно угнетенных и усыхающих насаждений к настоящему времени уменьшилась вдвое в сравнении с периодом максимального загрязнения среды (середина 1980—начало 1990-х гг.) за счет производственной реорганизации промузла и уменьшения выбросов (рис. 5). В то же время территория средней и слабой степеней угнетения сосновых древостоев расширилась почти в 2,5 раза. Разработанная карта распространения фторидов в хвое сосны на территории Южного Прибайкалья свидетельствует о том, что техногенное загрязнение лесной растительности фтором имеет региональный характер, доминируя на локальных участках, прилегающих к алюминиевому заводу.

С целью комплексного экологического мониторинга биоразнообразия мерзлотных экосистем Институтом биологических проблем криолитозоны определены основные места мо-



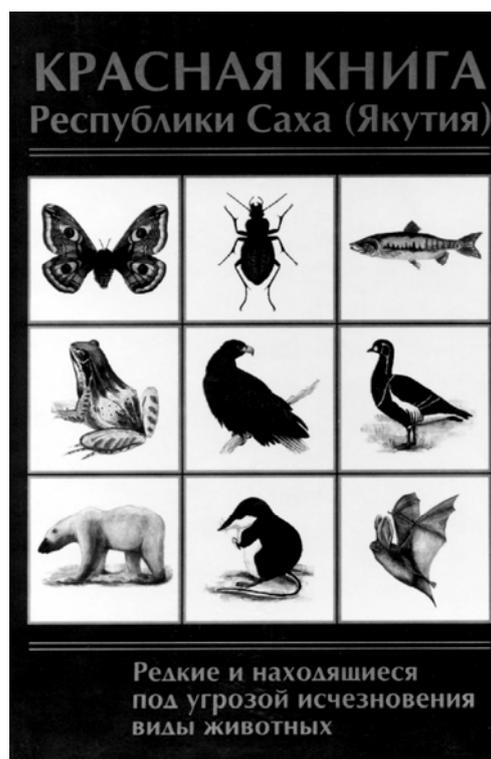
**Рис. 5.** Состояние сосновых лесов, подвергающихся воздействию фторсодержащих эмиссий Шелеховского промузла:

*a* — при максимальном количестве выбросов (середина 1980—начало 1990-х гг.); *b* — в современный период. Состояние древостоев: 1 — усыхающие, 2 — сильно угнетенные, 3 — средне угнетенные, 4 — слабо угнетенные, 5 — фоновые, 6 — испытывающие воздействие эмиссий других промышленных центров, 7 — пробные площади.

**Fig. 5.** Condition of pine forests effected by fluorine-containing emissions from Shelekhov industrial center:

*a* — under maximum amounts of emissions (middle of 1980-s — beginning of 1990-s); *b* — in the current period. Tree-stands: 1 — dying, 2 — heavily weakened, 3 — moderately weakened, 4 — low weakened, 5 — background tree-stands, 6 — tree-stands effected by other industrial centers, 7 — experimental plots.

ниторинговых наблюдений на эталонных территориях бореальных лесов, тундры и лесотундры Якутии, охватывающие значительную часть территории региона. Создана геоинформационная база данных ареалов высших сосудистых растений (244 вида), редких и находящихся под угрозой исчезновения видов птиц (68) и млекопитающих (16), а также уникальных ботанических сообществ, особо охраняемых природных территорий Якутии. Уточнено современное состояние редких и исчезающих видов птиц и млекопитающих. Переиздан второй том «Красной книги Республики Саха (Якутия): редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных». В новое издание дополнительно включены разделы по представителям рептилий, амфибий, рыб и насекомых (рис. 6).



**Рис. 6.** Обложка монографии «Красная книга Республики Саха (Якутия)». Т. 2, 2003 г.

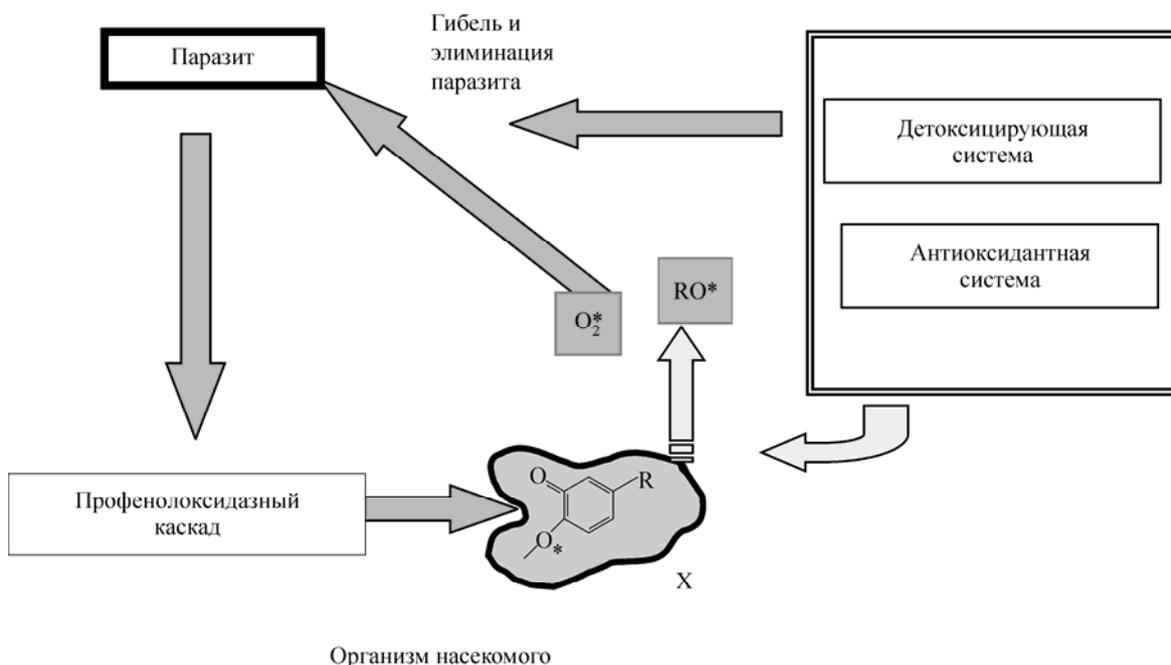
**Fig. 6.** Cover of monograph «The Red Data Book of the Republic of Sakha (Yakutia)». V. 2, 2003 year.

**Программа 22.3. Экологические проблемы структурно-функциональной организации и динамики почвенного покрова, микробного, растительного и животного мира: оптимизация использования и воспроизводства биологических ресурсов**  
(Координатор член-корреспондент РАН В. И. Евсиков)

В Институте систематики и экологии животных изучено формирование иммунитета у насекомых при различных патогенезах. Установлено, что ключевым механизмом каскада защитных реакций является образование свободных радикалов хиноновой природы, впервые зарегистрированных в гемолимфе насекомых. Роль антиоксидантной и детоксицирующей систем организма насекомых заключается в локализации свободнорадикальных реакций вокруг патогена (паразита), обеспечивая сохранность тканей и клеток собственного организма (рис. 7). Показано, что патогены могут оказывать влияние на определенные звенья иммунитета насекомых, подавляя или активируя их. Результаты могут быть использованы при создании комплексных биопрепаратов для защиты лесных и сельскохозяйственных культур

от вредителей.

В Институте систематики и экологии животных вскрыт один из существенных механизмов циркуляции вируса клещевого энцефалита, связанный со структурной неоднородностью системы паразит—хозяин. Исследования в природном очаге клещевого энцефалита (лесопарковая зона Новосибирского научного центра СО РАН) впервые показали, что 24 % пораженных таежным клещом красных полевок прокармливают около 80 % паразитов (рис. 8, а, б). При этом группу наиболее пораженных полевок составили преимущественно половозрелые самцы, характеризующиеся в период размножения высоким уровнем андрогенов и минимальной величиной гуморального иммунного ответа, оцененного по титру антител. Установлено, что у фоновых видов мелких



**Рис. 7.** Схема формирования резистентности насекомых к паразитам.

Профенолоксидазный каскад — каскад ферментативных реакций, приводящих к образованию меланина и высокореакционных свободных радикалов;  $O_2^*$  — супероксид-анион;  $RO^*$  — свободные кислородсодержащие радикалы (производные хинонов); X — полухиноновый радикал.

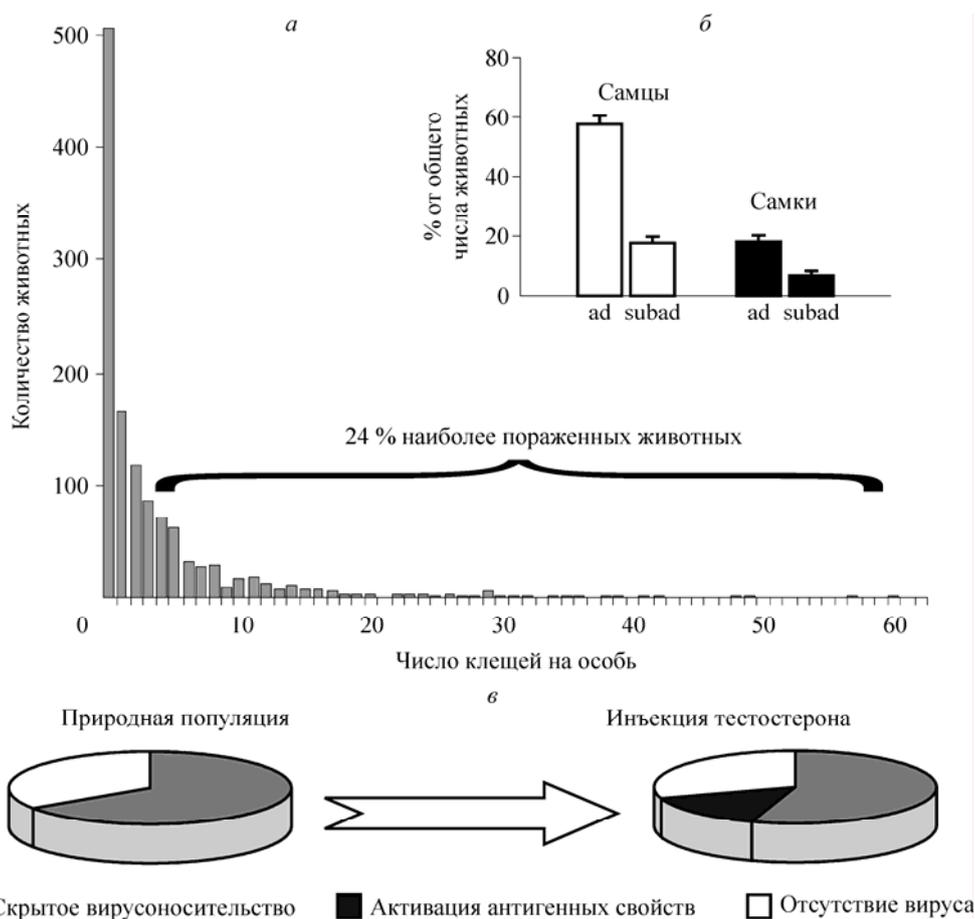
**Fig. 7.** Scheme of formation of insect resistant to parasites.

Prophenoloxidase system — cascade of fermentative reaction following the melanin and high-reactive free radicals generation;  $O_2^*$  — superoxide anion;  $RO^*$  — reactive oxygen species (derivates of quinones); X — semiquinones.

млекопитающих свыше 70 % особей являются носителями вируса клещевого энцефалита в скрытой форме. Экспериментально показано, что введение полевым тестостерона (рис. 8, в) — естественного иммуносупрессора — приводило у части животных к активации антигенных и инфекционных свойств вируса. Совпадение по времени снижения иммунитета и активации персистирующего вируса у полевок с сезонным пиком активности клещей создает оптимальные условия для циркуляции вируса клещевого энцефалита в природе. Результаты дают возможность оптимизировать существующие методики прогнозирования эпидемиологической опасности природных очагов

трансмиссивных инфекций и повысить эффективность профилактических мероприятий.

Институтом почвоведения и агрохимии впервые с помощью геохимических индикаторов — отношений В/Ga, Sr/Ba, Ti/Zr, Mn/Fe получена новая информация о генезисе почвообразующих пород и почв Западной Сибири, объясняющая происхождение и пространственное разнообразие их элементного химического состава. В частности, высокое отношение В/Ga (более семи) в глинистой фракции почвообразующих пород пониженных и повышенных форм рельефа Ишимской и Барабинской равнин (рис. 9) указывает на формирование их в засоленном континентальном, возмож-



**Рис. 8.** Пораженность таежными клещами и вирусоносительство красных полевок в лесопарковой зоне Новосибирского научного центра.

*а* — распределение полевок по степени пораженности клещами; *б* — доля представителей разных половозрастных групп среди наиболее пораженных животных (*ad* — половозрелые, *subad* — не половозрелые); *в* — скрытое вирусоносительство и активация персистирующего вируса при подавлении иммунной системы полевок введением тестостерона.

**Fig. 8.** Infection of red-backed voles with taiga ticks and with tick-born encephalitis in the forest-park zone of Novosibirsk scientific centre.

*a* — distribution of voles on the scale of tick abundance; *b* — rate of individuals of different age and sex among high-infected voles; *v* — rate of individuals infected with persistent virus and virus activation under host immunosuppression by testosterone.

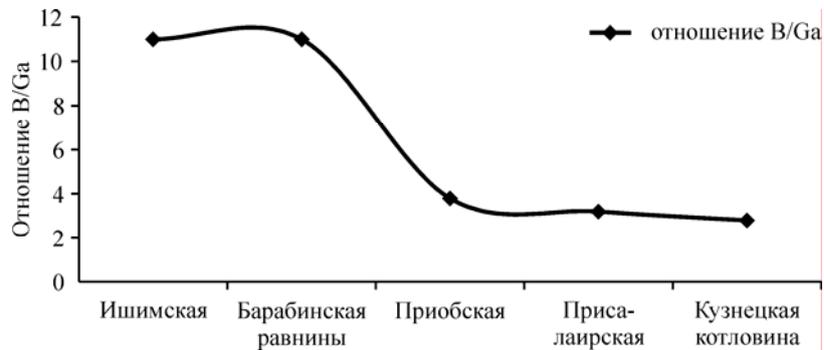


Рис. 9. Отношение B/Ga в глинистой фракции почвообразующих пород юга Западной Сибири.

Fig. 9. Ration B/Ga in clay fraction of rocks in the South of Western Siberia.

но морском, осадочном бассейне. Это служит дополнительным объяснением формирования здесь засоленных почв и биогеохимической провинции с избытком бора. Низкое отношение B/Ga (менее четырех) в глинах из пород водоразделов Приобской и Присалаирской равнин, Кузнецкой котловины свидетельствует об их континентальном пресноводном происхождении и отсутствии литохимических предпосылок для распространения засоленных почв.

С целью выявления причин деградации каштановых почв, преобладающего типа почв

Забайкалья, Институтом общей и экспериментальной биологии исследована молекулярная структура их гуминовых кислот (ГК) с применением  $^{13}\text{C}$ -ЯМР. В спектрах молекулы ГК наряду с очень сильным сигналом ароматического углерода (рис. 10) обнаружены многочисленные высокие пики алифатического углерода (метоксильные, алкильные, карбоксильные, хинонные группы и т. д.). Это свидетельствует о легкой податливости гуминовых кислот, гумуса и в целом почв к разрушению.

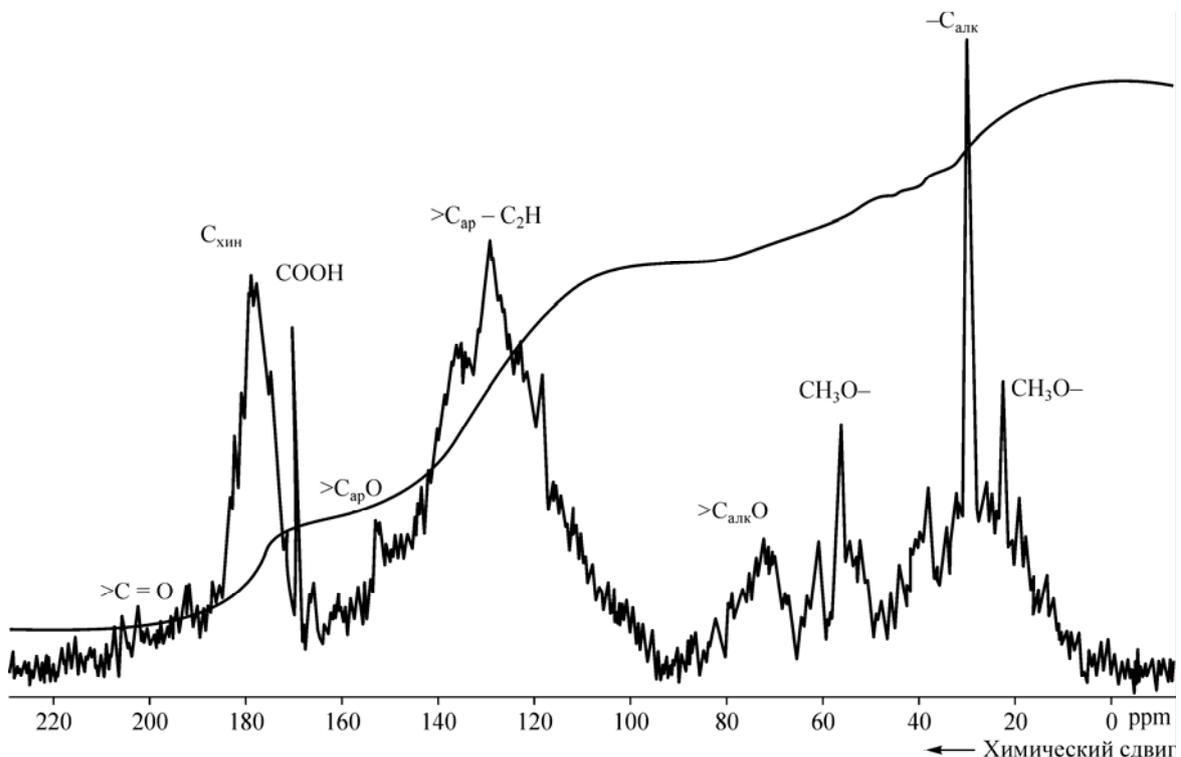


Рис. 10. Спектр  $^{13}\text{C}$ -ЯМР гуминовых кислот каштановых почв.

Fig. 10.  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum of humic acids of chestnut soils.