# Приоритетное направление VI.44. Биологическое разнообразие

## Программа VI.44.1. Научные основы и подходы к устойчивому использованию, сохранению, воспроизводству и мониторингу биоразнообразия наземных и водных экосистем Сибири (координатор член-корр. РАН В. П. Седельников)

Учеными Центрального сибирского ботанического сада проведены комплексные исследования редкого вида сибирской флоры *Hedysarum theinum* Krasnob., включенного в Красную книгу Республики Алтай (1996 г.) и находящегося под угрозой исчезновения. В листьях этого ценного лекарственного растения выявлено высокое содержание флавонолов — 11,1 %. Изучены возрастная динамика и структура 14 ценопопуляций из Северо-Восточного Казахстана и Республики Алтай. Показано, что оптимальным способом массового размножения *H. theinum* является метод клонального микроразмножения. Для оценки гетерогенности используемого в микроразмножении материала в выборках, состоящих из родительских генотипов, исследована внутрипопуляционная изменчивость по электрофоретическим спектрам полипептидов семян (рис. 9). Подобраны условия для введения *H. theinum* в культуру *in vitro*. На основании полученных данных планируется разработка протоколов массового размножения этого вида для создания искусственных популяций.

Специалистами этого же Института подведены итоги многолетних исследований тополя душистого (*Populus suaveolens* Fisch.), произрастающего в Сибири. Изучены экологические особенности этого вида, продуктивность в природе и культуре, способы размножения, ритм сезонного развития, устойчивость к болезням и вредителям. Обладая быстрым ростом и высокой зимостойкостью, тополь незаменим при формировании городских зеленых насаждений, поскольку обладает уникальной способностью эффективно поглощать вредные вещества из атмосферы. Для использования в зеленом строительстве, создания защитных насаждений и рекультивации нарушенных ландшафтов рекомендованы отборные и экспери-

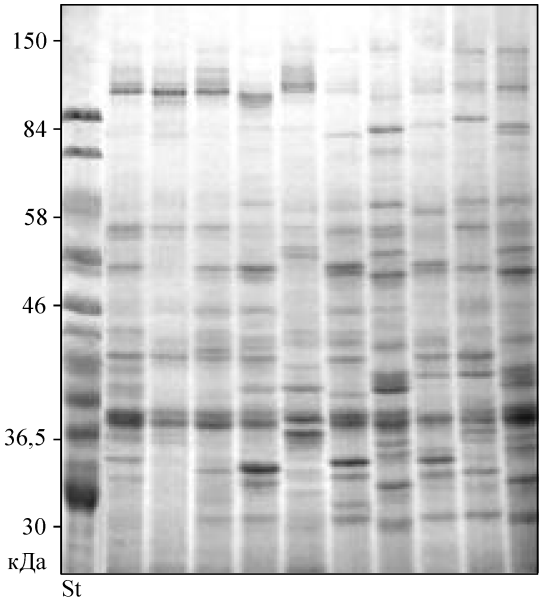


**Рис. 9.** Слева — электрофоретические спектры полипептидов семян отдельных растений *Hedysarum theinum* Krasnob. SDS-система, +Me-вариант, St — стандартный образец линии *Elymus sibiricus* (ALT-8401); справа — растение *Hedysarum theinum*, полученное из пазушных почек методом клонального микроразмножения.

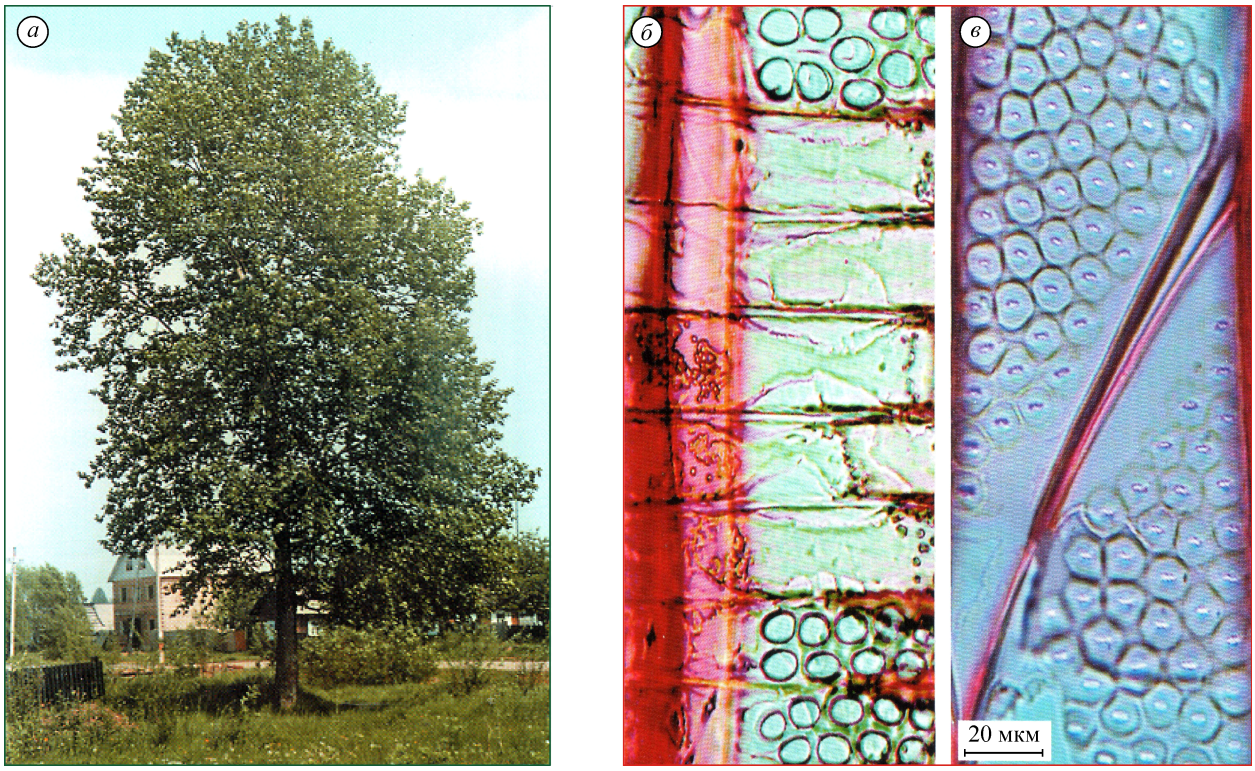



**Рис. 10.** Отборная форма тополя душистого (*а*) и анатомическое строение его древесины на радиальном (*б*) и тангентальном (*в*) срезах.

ментально созданные формы тополя (рис. 10, *а*). Получены новые данные по анатомическому строению древесины тополя (рис. 10, *б*, *в*). Выявлено, что древесина этого вида относится к рассеянно-сосудистому типу, в ней преобладает либриформ, занимающий 58—63 % объема. Такая структура древесины, в сочетании с интенсивным ростом, обусловливает перспективность тополя душистого как источника сырья для производства высококачественных сортов бумаги и для биотоплива.

В этом же Институте проведено комплексное исследование эталонного полигона на междуречье рек Пур и Таз. Выполнено дешиф-

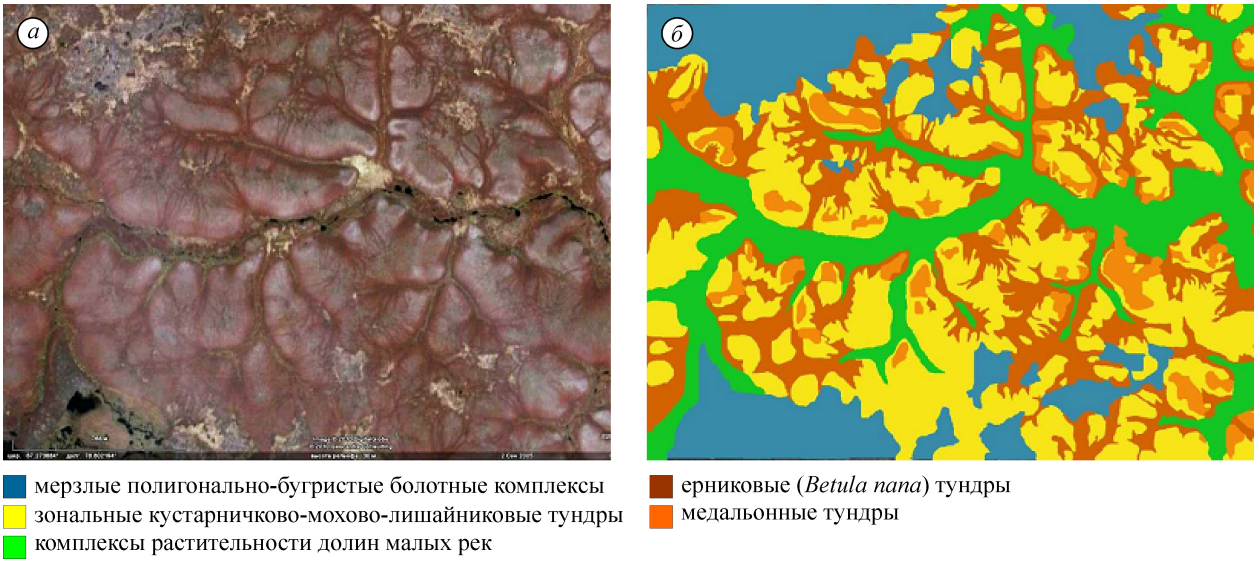



**Рис. 11.** Участок южной тундры междуречья рек Пур и Таз: *а* — фрагмент космического снимка высокого разрешения, *б* — ландшафтно-геоботаническая карта.

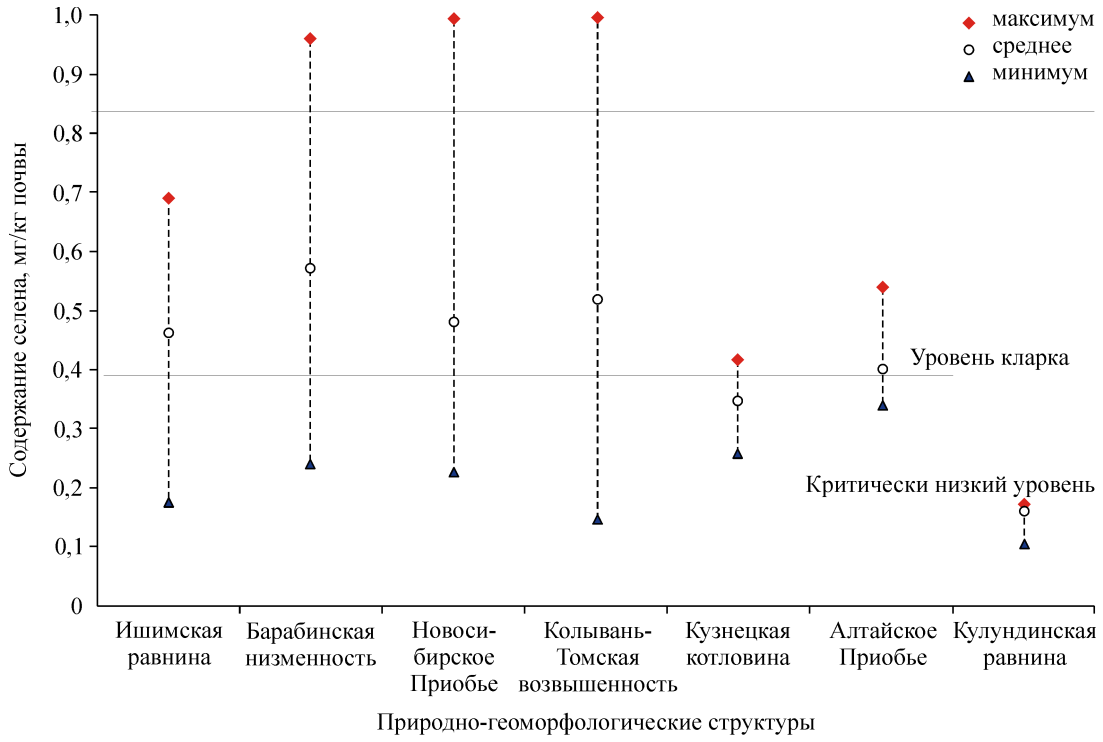


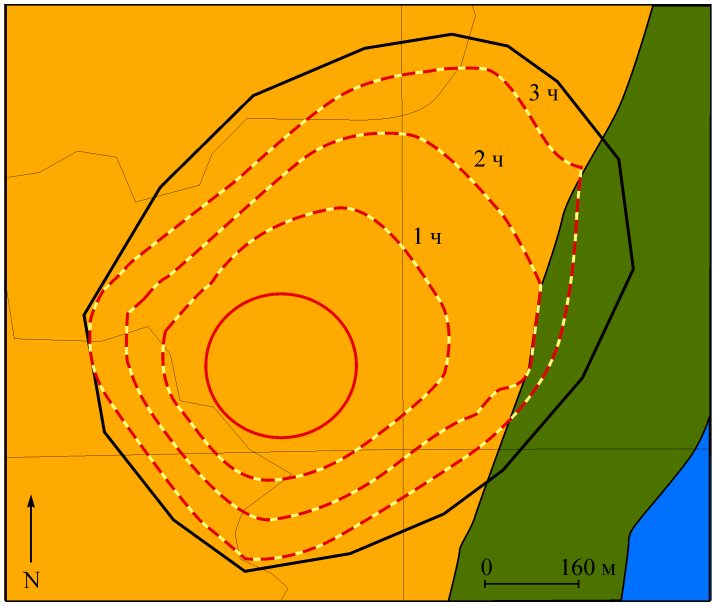

**Рис. 12.** Содержание селена в пахотных почвах геоморфологических структур юга Западной Сибири и его биогеохимическая оценка.

рирование космического снимка высокого разрешения Quick Bird (рис. 11, *а*). На основании прямых дешифровочных признаков (цвет и текстура изображения) предварительно выделено пять типов контуров, описывающих ландшафтную структуру полигона (рис. 11, *б*). Последующее наземное обследование территории показало, что по характеру системной организации растительного покрова все они диагностируют естественную мозаику сообществ различного иерархического уровня, которые образуют единый топо-экологический ряд от мерзлых болот плоских водоразделов через зональные тундры пологих дренированных склонов к растительным формациям речных долин. Крутые склоны маркируются пятнистыми (медальонными) тундрами, ложбины стока — зарослями ерника. Анализ на космоснимках территорий, сопредельных с тестовым полигоном, показал, что выявленные особенности не ограничиваются пределами междуречья Пура и Таза, закономерно повторяясь на больших дренированных пространствах южных тундр. Полученные данные могут быть положены в основу дробного дешифрирования и индикации подзональных типов тундровых ландшафтов западно-сибирской криолитозоны по признакам структурного разнообразия растительного покрова. В частности, по этим признакам диагностирован разнонаправленный характер болотообразовательного процесса — преимущественной деградации болот на водоразделах и их активного развития в долинах малых рек.

Сотрудниками Института почвоведения и агрохимии установлено, что в пахотных почвах юга Западной Сибири общее содержание селена варьирует в зависимости от количества в них гумуса и условий почвообразования от 0,11 до 1,0 мг/кг (рис. 12). В почвах лесостепи оно в основном выше уровня кларка селена в почвах мира (0,4 мг/кг), что предполагает близкое к норме поступление микроэлемента в растительные продукты питания животных и человека. В степной зоне Кулундинской равнины, а также в таежной зоне и долинах крупных рек содержание селена в почвах меньше критически низкого биогеохимического уровня (0,2 мг/кг) и здесь возможен дефицит селена в пищевой цепи.

## Программа VI.44.2. Биосферная роль и ресурсный потенциал лесных экосистем Сибири. Динамика структуры, функционирование и воспроизводство (координатор докт. биол. наук А. А. Онучин)

В Институте леса им. В. Н. Сукачева на основе ГИС-технологий и карт растительных горючих материалов разработан алгоритм прогнозирования распространения пожара, включающий оценку готовности к горению участков леса вокруг очага пожара, определение условий перехода пожара в верховой и обратно. Прогноз характеристик пожара включает его площадь, периметр, скорость увеличения периметра и площади, скорость фронтальной кромки пожара и интенсивности ее горения (рис. 13). На основе прогноза поведения пожара определяется количество сил и средств для его тушения на каждом этапе его распространения, а также рассчитываются необходимое время тушения и размер выгоревшей площади. Прогноз позволяет реализовать принцип приоритетно-выборочной очередности тушения пожаров, т. е. выявлять потенциально особо опасные пожары, которые необходимо тушить в первую очередь, менее опасные, которые не могут нанести ощутимого ущерба, а также пожа-




Начальный контур пожара
Контур пожара после его ликвидации (по данным «Авиалесоохраны»)
Контуры пожара, рассчитанные по модели с интервалом в 1 ч

Типы основных проводников горения (весна—осень)
Рыхлоопадный (Рх)
Влажномшистый (Вл)
Болотно-моховой (Бм1)

Границы лесоустроительных выделов

**Метеоданные**

| | | |
|---|---|---|
| Показатель ПВ-1: | 2285 | Направление ветра |
| Влажность воздуха: | 36 % | |
| Направление ветра: | 50° | |
| Скорость ветра: | 5 м/с | |

Расчетные характеристики пожара

| Характеристика пожара | Время от начала прогноза, ч | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Площадь пожара, га | 16 | 31 | 46 |
| Периметр пожара, м | 1430 | 2050 | 2540 |
| Скорость увеличения периметра, м/ч | 620 | 540 | 550 |
| Скорость увеличения площади, га/ч | 12,7 | 16,6 | 15,9 |
| Средняя скорость фронта пожара, м/ч | 94 | 80 | 65 |
| Средняя интенсивность кромки, кВт/м | 280 | 270 | 240 |
| Оценка интенсивности пожара | Средняя | Средняя | Средняя |
| Оптимальная скорость тушения, м/ч | 280 | 240 | 200 |
| Минимальная ширина противопожарного барьера, м | 12 | 11 | 9 |

**Рис. 13.** Выполненный на основе ГИС-технологий прогноз распространения лесного пожара в сопоставлении с реальными данными «Авиалесоохраны».

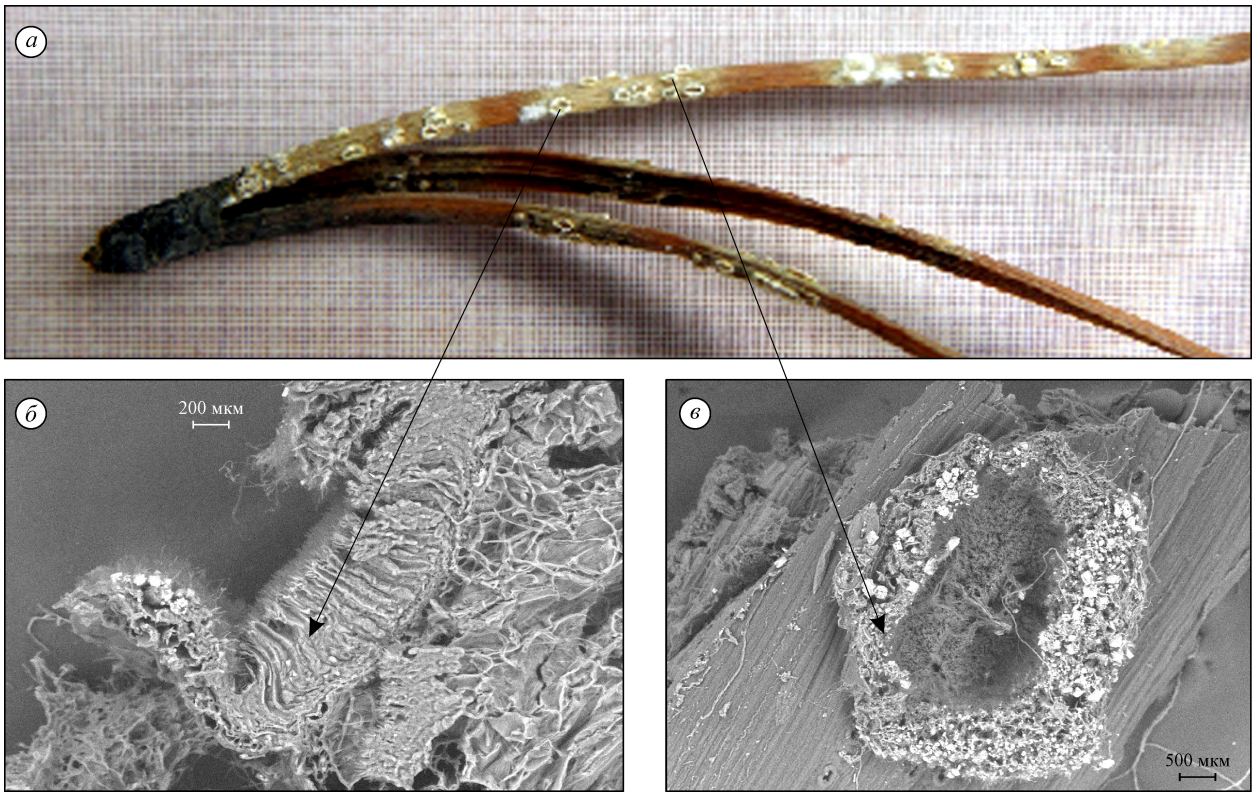



**Рис. 14.** *Cyclaneusma minus* (Butin) на хвое сосны обыкновенной (Озерский лесной питомник, Хакасия).
*а* — хвоя с апотециями; *б* — поперечный срез открытого апотеция; *в* — апотеций, вид сверху (*б*, *в* — растровая электронная микроскопия).

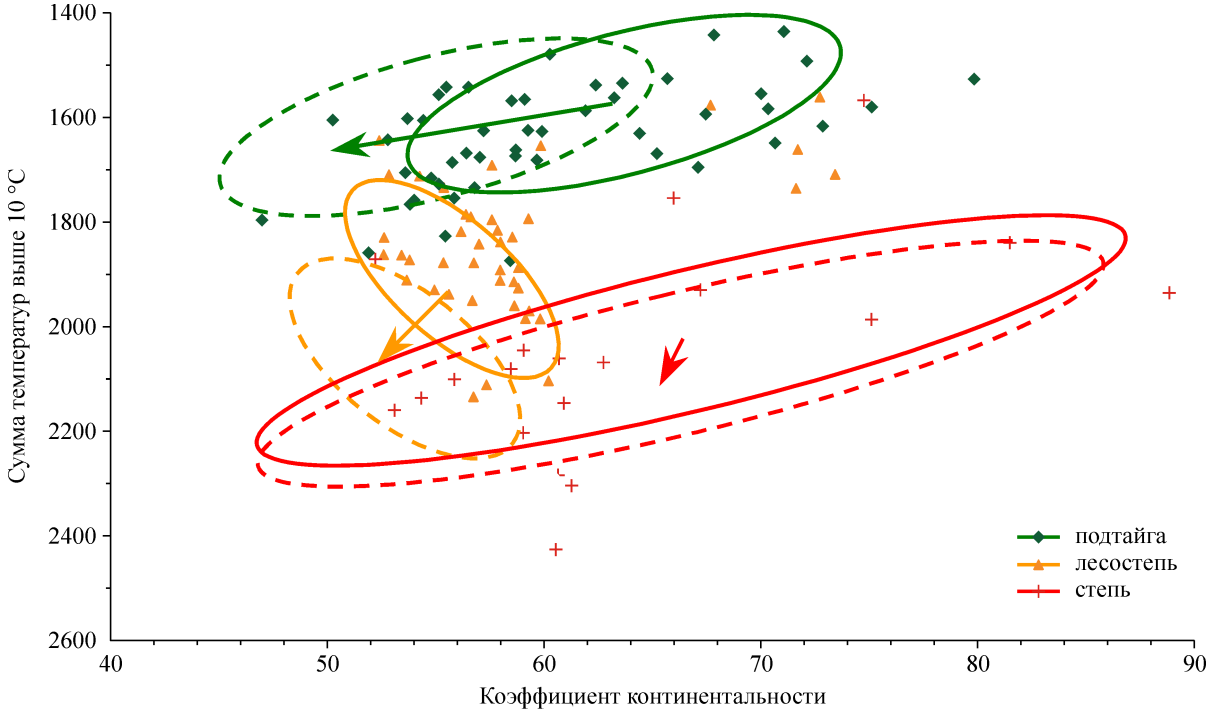



**Рис. 15.** Схематизированная динамика зональных типов лесных массивов юга Сибири в климатическом пространстве середины XX в. (сплошные линии) и на начало XXI в. (штриховые). Стрелками указаны современные тренды изменения климата по данным реперных метеостанций за 50 лет.

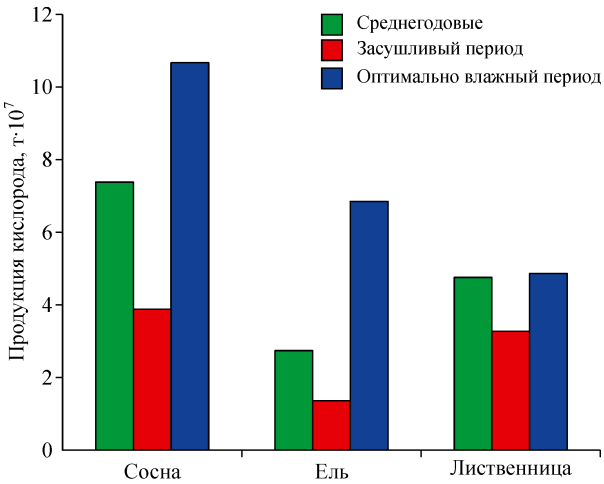



**Рис. 16.** Расчетные значения годичной продукции кислорода хвойными породами в древостоях на территории Иркутской области (среднегодовые и в разные по увлажнению сезоны).

ры, тушение которых в силу природно-экономических условий нецелесообразно.

Сотрудниками этого же Института установлено, что в Средней Сибири среди грибов-патогенов хвои наиболее распространены сумчатые грибы *Lophodermium* sp., инициирующие заболевания сосны обыкновенной, кедра сибирского, ели сибирской, можжевельника обыкновенного и можжевельника казацкого. Ржавчинные грибы (порядок Uredinales), вызывающие осыпание хвои или системное поражение растений, выявлены на саженцах сосны обыкновенной и в насаждениях ели сибирской, пихты сибирской и лиственницы сибирской. В инфекцировании хвойных также участвуют различные представители класса Deuteromycetes. Обнаружено новое для Сибири заболевание сеянцев сосны обыкновенной, вызываемое *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (рис. 14). В России указанный патоген относят к группе грибов — возбудителей малоизученных болезней молодняков и взрослых насаждений хвойных пород.

В этом же Институте создана серия динамических портретов, дополнена и детализирована классификация зональных категорий растительного покрова юга Сибири на осях системообразующих климатических факторов. По сопряженным фитоценотическим критериям установлено, что в регионе за последний полувековой период произошло снижение континентальности климата, совпавшее по времени с усилением антропогенного воздействия на весь спектр базовых лесных формаций. В наибольшей степени оно оказалось значимым для запуска механизмов трансформации структурного разнообразия эволюционно адаптированных лесных экосистем (рис. 15). Это проявилось в нарушении устойчивости коренных и усилении позиций производных типов леса на общем фоне возросшей мозаичности растительного покрова. Из вариантов долговременных сукцессий в зональных классах южной тайги, подтайги и лесостепи особо активизировалась широкомасштабная смена сосновых лесов на смешанные и мелколиственные при локальной мезофитизации статусных дендроценозов. В совокупности эти тенденции определяют поливариантность современных взаимоотношений таежных и степных элементов растительности, а также стратегию изменения локальных ареалов, состава и продуктивности коренных и производных экосистем.

Сотрудниками Сибирского института физиологии и биохимии растений для лесопокрытой территории Иркутской области рассчитаны фотосинтетическая продуктивность основных хвойных пород и объем кислорода, выделяемый в процессе фотосинтеза. В зависимости от гидротермических условий сезона вегетации продукция кислорода при фотосинтезе, так же как и фотосинтетическое поглощение $CO_2$, у сосны, ели и лиственницы изменяется от 1,5 до 5 раз (рис. 16).