

УДК 911.2

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-2(59-68)

К.С. ГАНЗЕЙ*, **А.Г. КИСЕЛЁВА***, **Н.Ф. ПШЕНИЧНИКОВА***, **М.С. ЛЯЩЕВСКАЯ***,
И.М. РОДНИКОВА*, **О.Н. УХВАТКИНА****, **С.Г. ЮРЧЕНКО***

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия, geo2005.84@mail.ru, alena_kiseleva@mail.ru, n.f.p@mail.ru, lyshevskay@mail.ru, rodnikova_ilona@mail.ru, yurchenko@tig.dvo.ru

**Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, 690022, Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159, Россия, ukhvatkina@gmail.com

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСАДОК ПИХТЫ ЦЕЛЬНОЛИСТНОЙ И ИХ РОЛЬ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ГЕОСИСТЕМ О-ВА РУССКИЙ

*Проанализировано геоэкологическое состояние посадок пихты цельнолистной (*Abies holophylla*) на о. Русский. Охарактеризован процесс восстановления условно-коренных хвойно-широколиственных геосистем на примере модельного участка посадок пихты цельнолистной в юго-восточной части п-ова Сапёрный. На основе комплекса полевых, геоботанических, почвенных, дендрохронологических, лишенологических, ландшафтных работ установлено, что в районе исследований складывается благоприятная геоэкологическая обстановка. Определено, что содержание опасных химических элементов в почве и хвое деревьев значительно ниже предельно допустимых концентраций, и за время существования хвойная роща не испытывала негативных воздействий, которые могли отрицательно отразиться на ее состоянии и процессе лесовосстановления. Дендрохронологический анализ показал, что кривая радиального прироста соответствует нормальному ходу роста успешно развивающихся деревьев в течение 30 лет. Видовое разнообразие лишайников пихтовой рощи и прилегающей территории выше среднего для острова, встречаются редкие виды. Несмотря на оптимальные условия произрастания и благоприятную экологическую обстановку, зафиксировано негативное антропогенное воздействие. Установлено, что отрицательное влияние оказывает высокая рекреационная привлекательность хвойных лесов. Отмечено, что в декабре фиксируются следы рубки пихты цельнолистной. Палинологический анализ рыхлых отложений показал, что как минимум со второй половины среднего суббореала в лесной растительности о. Русский присутствовали хвойные породы, в том числе пихта цельнолистная. Установлено, что наибольшее распространение хвойно-широколиственные леса получили при глобальном похолодании на границе позднего и среднего голоцена.*

Ключевые слова: ландшафты, лесовосстановление, дендрохронология, тяжелые металлы, голоцен, спорово-пыльцевые комплексы.

K.S. GANZEI*, **A.G. KISELYOVA***, **N.F. PSHENICHNIKOVA***, **M.S. LYASHCHEVSKAYA***,
I.M. RODNIKOVA*, **O.N. UKHVATKINA****, **S.G. YURCHENKO***

*Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 690041, Vladivostok, ul. Radio, 7, Russia, geo2005.84@mail.ru, alena_kiseleva@mail.ru, n.f.p@mail.ru, lyshevskay@mail.ru, rodnikova_ilona@mail.ru, yurchenko@tig.dvo.ru

**Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 690022, Vladivostok, pr. Stoletiya Vladivostoka, 159, Russia, ukhvatkina@gmail.com

THE GEOECOLOGICAL STATUS OF *ABIES HOLOPHYLLA* PLANTATIONS AND THEIR ROLE IN THE RESTORATION OF CONIFEROUS-BROADLEAVED GEOSYSTEMS OF RUSSKII ISLAND

*An analysis is made of the geoecological state of *Abies holophylla* plantations on Russkii Island. The restoration process of coniferous-broadleaved geosystems is characterized by using, as an example, the model area of *Abies holophylla* plantations in the southeastern part of the Sapernyi Peninsula. On the basis of a set of field, geobotanical, soil, dendrochronological, lichenological and landscape investigations, it was established that a favorable geoecological situation is evolving in the study area. It is determined that the values of hazardous chemical elements in the soil and in the tree needles are much lower than the maximum allowable concentrations, and the fir forest over the course of its existence has not experienced negative impacts which could adversely affect its status and the forest restoration process. Dendrochronological analysis showed that the curve of radial growth corresponds to a normal growth process of successfully developing trees over 30 years. The lichen species diversity within the*

Abies holophylla plantation and its surroundings is higher than average for the island; rare species also occur. In spite of the optimal conditions for the growth and a favorable environmental situation, negative anthropogenic impacts were recorded. Evidence for illegal felling of *Abies holophylla* was observed in December. Palynological analysis of soft sediments showed that coniferous species, including *Abies holophylla*, formed part of forest vegetation of Russkii Island, starting, at least, in the latter half of the Mid-Subboreal. It is established that coniferous-broadleaved forests were of the most widespread occurrence during a global cooling period at the interface of the Late and Mid-Holocene.

Keywords: landscapes, forest restoration, dendrochronology, heavy metals, Holocene, spore-pollen complexes.

ВВЕДЕНИЕ

Юг Приморского края — единственный ареал пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.) в России. В настоящее время общая площадь, на которой встречается растение, составляет около 23,4 тыс. га [1]. Геоботанические исследования установили высокую степень участия пихтово-широколиственных лесов в формировании биологического разнообразия и значимую роль в функционировании уникальных биогеоценозов [1–5]. Искусственное лесовосстановление культуры в регионе имеет малые масштабы: в 1999 г. на пихту приходилось 450 га (0,2 % посадок) [1]. Одним из районов проведения лесовосстановительных работ в 1950–1960-е гг. был о. Русский, где коренные хвойно-широколиственные леса были полностью сведены в первой половине XX в. [2].

Цель настоящей работы — анализ геоэкологических условий современного произрастания, динамики количественных и качественных характеристик участия пихты цельнолистной в формировании древостоя в голоцене и ее роли в восстановлении хвойно-широколиственных геосистем о. Русский на примере п-ова Сапёрный.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом настоящего исследования выступили посадки пихты цельнолистной на о. Русский — самом крупном острове залива Петра Великого, расположенном южнее п-ова Муравьёва-Амурского.

В эпоху позднего плейстоцена, когда уровень Японского моря был ниже современного на 110–130 м, все острова залива были объединены с материком, и береговая линия проходила по краю шельфа. Отделение островов от материка произошло примерно 8–10 тыс. л. н. [6]. Климатические условия региона определяются муссонной циркуляцией воздушных масс. В год выпадает 830 мм осадков, среднегодовая температура 6 °С. Максимальное количество осадков характерно для августа–сентября. Зимы малоснежные с сильными северо-западными ветрами [6]. Для почвенного покрова отмечаются местные особенности «островного» почвообразования, обусловленные природными факторами: геохимическим влиянием моря, высотой, крутизной, экспозицией склонов и разнообразием растительности. На островах преобладают буроземы [8].

В геоботаническом отношении о. Русский относится к подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов Маньчжурской геоботанической области [9]. В настоящее время естественных насаждений хвойных пород на острове нет, только их посадки с рядной структурой с шагом 2,5–3 м и межрядным расстоянием 3–4 м. Их общая площадь с участием пихты цельнолистной составляет 16,97 га, сосны корейской, или корейского кедра (*Pinus koraiensis*), — 22,74 га. К сожалению, нам не удалось обнаружить в фондах Владивостокского военного лесничества, в ведение которого входила территория о. Русский, материалы о времени и масштабах лесовосстановительных работ. В флористических работах искусственные посадки не отмечаются. Только в исследовании В.М. Урусова с соавторами [3] упоминаются мероприятия по высадке хвойных пород на о. Русский.

Отсутствуют документальные подтверждения о времени полного сведения хвойных. Скорее всего, это произошло в первой половине XX в. С 1860 г. пихта цельнолистная и кедр корейский с о. Русский использовались в строительстве. Регламентация лесопользования на острове началась в 1868 г. в виде ограничения на рубку, а в 1881 г. она была полностью запрещена. Однако во время Русско-японской и Гражданской войн вырубки возобновились [2, 10]. Согласно [3], в 1860 г. до 70 % лесопокрытой площади острова приходилось на чернопихтово-широколиственные леса.

В настоящее время на о. Русский представлено 859 видов сосудистых растений из 123 семейств. Доминируют широколиственные леса из лип амурской (*Tilia amurensis*) и Таке (*T. taquetii*), дуба монгольского (*Quercus mongolica*), клена ложнозибольдова (*Acer pseudosiboldianum*), калопанакса семиллопастного (*Kalopanax septemlobus*), вишни Саржента (*Cerasus sargentii*), граба сердцелистного (*Carpinus cordata*), ясеня носолистного (*Fraxinus rhynchophylla*) [11]. В 2014 г. более 75 % площади острова было

покрыто лесами [7]. Доминируют геосистемы пологих и средней крутизны склонов на гранитах и гранитоидах с преобладанием высокосомкнутых полидоминантных широколиственных лесов на темных и типичных буроземах [12].

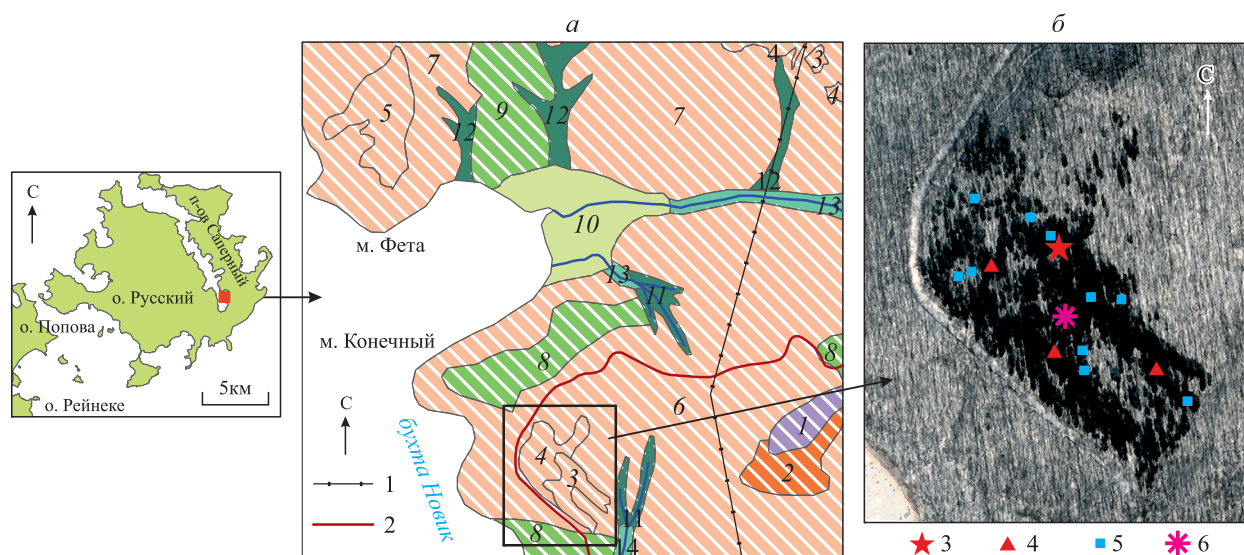
В ходе работ применялись методы комплексных физико-географических и геоэкологических исследований. Почвенный покров изучался на основе профилно-генетического, морфологического, сравнительно-аналитического, сравнительно-географического методов и метода почвенных ключей. При определении физико-химических свойств почв, состава их органических и минеральных компонентов выполнены сравнительно-географические описания, химические анализы. Реконструкция палеоусловий проводилась с применением палинологического и информационно-статистического методов [2]. Геоботанические исследования осуществлялись на основе флористических, экологических, биоморфологических описаний. Возраст деревьев устанавливался с помощью бурава Пресслера по керну с точностью до 1 года. Кросс-датирование и проверка на наличие пропущенных колец сделаны с использованием программ Cofecha [13] и TsapDos [14]. Для контроля экологической безопасности определено валовое содержание тяжелых металлов в почве и хвое пихты цельнолистной [15–17]. Для оценки антропогенной нагрузки на экосистему проведены лишеноиндикационные исследования. Жизненное состояние лишайников оценивалось по пятибалльной шкале [18]. Ландшафтное картографирование выполнено на основе принципов структурно-генетической классификации ландшафтов [19] в м-бе 1:25 000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Посадки пихты цельнолистной на о. Русский расположены в юго-восточной части п-ова Сапёрный, южнее пос. Экипажный и в долине правого притока р. Русская, имеют вид небольших рощ, насчитывающих в среднем 900–1500 деревьев. Высадка культуры производилась рядами, которые отчетливо фиксируются как при полевом обследовании, так и при анализе данных дистанционного зондирования. Посадки были выполнены под пологом полидоминантных широколиственных лесов, что установлено на основе анализа снимков Corona за 1962–1978 гг., а также отобранных кернов из липы амурской, возраст которой достигает 140 лет. Районы расположения посадок представляют собой низкогорный склоновый денудационный пологий на галечных конгломератах, песчаниках и алевролитах (на п-ове Сапёрный) и на гранитах и гранитоидах (в центральной части острова) с пихтарниками на слабооподзоленных маломощных сильноскелетных буроземах вид ландшафтов. По периферии центральных частей к ним примыкают пихтовые с дубом, липой, ясенем, березами, кленами разнотравные на буроземах оподзоленных и пихтово-липовые с кленами и ясенем кустарниково-разнотравные с лианами на буроземах типичных виды ландшафтов. Преимущественно посадки локализованы на склонах южной экспозиции крутизной не более 7–10° на высоте 30–100 м и только в бассейне р. Русской расположены на высоте 90–130 м. Вероятно, при посадках учитывались лесорастительные условия пихты цельнолистной. В северной части ареала, к которой относится и о. Русский, наиболее оптимальны следующие условия ее произрастания — пологие (2–7°), покатые (7–15°) склоны, преимущественно южной экспозиции, хорошо дренированные, со среднегодовой влажностью воздуха 70 %, равномерным годовым ходом температур, продолжительностью вегетационного периода 180–190 дней [4].

В качестве модельного участка для оценки геоэкологического состояния посадок пихты выбрана одна из самых крупных и возрастных рощ, расположенная в юго-западной части п-ова Сапёрный (рис. 1). Здесь представлен низкогорный склоновый слабоволнистый юго-западной экспозиции крутизной 5–7° денудационный на галечных конгломератах, песчаниках и алевролитах подрод ландшафтов. Юго-восточная часть рощи сформирована пихтарником мертвопокровным, со средней высотой 10–12 м, общей сомкнутостью крон 0,98 (1,49 га). Северная, площадью 1,92 га, — пихтовыми лесами с березой даурской (*Betula davurica*), дубом монгольским, кленом ложнозибольдовым, ясенем носолистным, калопанаксом семиллопастным, липой амурской (средняя высота — 10–13 м, сомкнутость — 0,8). Подлесок сформирован из калины Саржента (*Viburnum sargentii*), леспедецы двуцветной (*Lespedeza bicolor*) (средняя высота — 2–3 м, проективное покрытие — 40 %). В травяном ярусе встречаются щитовник толстокорневищный (*Dryopteris crassirhizoma*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), однопокровница амурская (*Arisaema amurense*) (средняя высота — 0,2–1,3 м, проективное покрытие — 40 %).

Почвенный покров пихтовой рощи представлен слабооподзоленными маломощными сильноскелетными буроземами [20]. Содержание органического вещества в аккумулятивно-гумусовом гори-



ТИП	ПОДТИП	ВИД	КЛАСС						
			Горные						
			ПОДКЛАСС						
			Низкогорные				Долинные		
			РОД						
			Вершинные и привершинные денудационные выположенные	Склоновые денудационные средней крутизны	Склоновые денудационные пологие	Субгоризонтальные денудационно-аккумулятивные террасовидные	Прибрежные аккумулятивные низменные	Овражно-балочные эрозивно-денудационные V-образные	Днища долин водотоков эрозивно-аккумулятивные, преимущественно U-образные
ПОДРОД									
			Галечные конгломераты, песчаники и алевролиты с прослоями угля		Песчано-галечные и песчано-глинистые отложения	Гравийные с супесчано-глинистыми отложениями	Аллювиальные гравийно-галечные с супесчано-глинистыми отложениями		
Лесные	Хвойные посадки	Пихтарник на буроземах оподзоленных			3				
	Хвойные посадки с широколиственными породами	Пихтовые с дубом, липой, ясенем, березами, кленами разнотравные на буроземах оподзоленных			4				
		Сосново-липовые с пихтой, дубом и березой кустарниково-разнотравные на буроземах оподзоленных			5				
	Широколиственные	Кленово-ясенево-ольхово-липовые кустарниково-разнотравные с лианами на буроземах типичных	1	2	6	8	11		
		Липовые с березами и кленами с чубушником и элеутерококком разнотравные на буроземах типичных			7	9	10	12	13
Широколиственно-мелколиственные	Ольховые с липой, ясенем, ивой кустарниково-разнотравные на буроземах глееватых						14		

Рис. 1. Ландшатная карта-схема (а) и космический снимок Google Earth (б) точек отбора проб в посадках пихты цельнолистной на п-ове Сапёрный.

1 — линии электропередач; 2 — дороги; 3 — почвенный разрез 151-16; 4 — почвенные прикопки; 5 — точки отбора дендрохронологических образцов; 6 — межевой знак ЖСК «Остров». Цифры на карте-схеме — см. легенду.

зонте (7,85 %) соответствует высокому уровню гумусированности, что характерно для буроземов юга Приморья, в том числе и их оподзоленных подтипов [21]. По гранулометрическому составу гумусовый горизонт АУ среднесуглинистый песчано-пылеватый, пронизан корнями трав, кустарников, единично деревьев, преимущественно бесскелетный, рыхлого сложения, что обеспечивает свободную фильтрацию атмосферных осадков.

Содержание валовых форм тяжелых металлов (разрез 151-16) (см. таблицу) незначительно относительно ориентировочно допустимой концентрации. Обращают на себя внимание различия в содержании ртути по генетическим горизонтам: АУ — 81,03, ВМg — 39,86 нг/г. Такое распределение элемента по профилю вызвано тем, что большая ее часть связана с гуминовыми кислотами и гумином. Это согласуется с данными физико-химического анализа почвы. Поступление ртути в верхние горизонты происходит в процессе минерализации растительных остатков, содержащих ее даже в небольшом количестве.

Тяжелые металлы (валовые формы) бурозема слабоподзоленного

Горизонт, глубина, см	Элемент	Величина ОДК, мг/кг, при pH < 5,5	Содержание, мг/кг	Погрешность
AY, 5–15	Медь	66	7,9	±2,0
	Цинк	110	48,1	±12,0
	Свинец	65	11,8	±3,0
	Кадмий	1,0	0,04	±0,01
	Никель	40	8,4	±2,1
	Марганец	–	678	±169
	Мышьяк	5	<МПО	–
VMg, 20–60	Медь	66	6,3	±1,6
	Цинк	110	47,9	±12,0
	Свинец	65	18,0	±4,5
	Кадмий	1,0	0,42	±0,11
	Никель	40	11,1	±2,8
	Марганец	–	496	±124
	Мышьяк	5	<МПО	–

Примечание. ОДК — ориентировочно допустимая концентрация, МПО — минимальный предел обнаружения. Прочерк — нет данных.

Для анализа особенностей произрастания пихты цельнолистной отобрано 10 дендрохронологических образцов (см. рис. 1, б). Кривая радиального прироста (рис. 2) соответствует нормальному ходу роста успешно развивающихся деревьев в течение 30 лет [22]. Пробы, взятые на высоте 30 см от поверхности почвы, содержат от 32 до 52 колец. Чтобы дорасти до высоты бурения, им потребовалось от 4 до 15 лет [22], т. е. возраст растений может колебаться от 36 до 67 лет. Такой диапазон, скорее всего, связан с периодичными посадками новых саженцев взамен погибших, что активно практикуется при лесовосстановительных мероприятиях. Деревья в течение своей жизни не испытывали влияния пожаров или других негативных воздействий, что обеспечило их успешное развитие. После 15 лет, пройдя стадию формирования кроны [1], объекты прибавляли стабильно 2–3 мм в год (см. рис. 2), что свидетельствует о благоприятных условиях роста.

Отсутствие пожаров подтверждается низким содержанием ртути в хвое пихты — 2,3–3,6 % от ПДК. Основной источник элемента — лесные пожары, при которых выделяется до 41,5 % ртути, накопленной растениями [24]. Фиксируются различия в содержании в зависимости от местоположения: хвоя, собранная с объектов, растущих выше по склону, содержит на треть больше ртути (74,77 и 63,95 нг/г) по сравнению с хвоей деревьев, растущих ниже по склону (48,34 и 49,52 нг/г). Различие

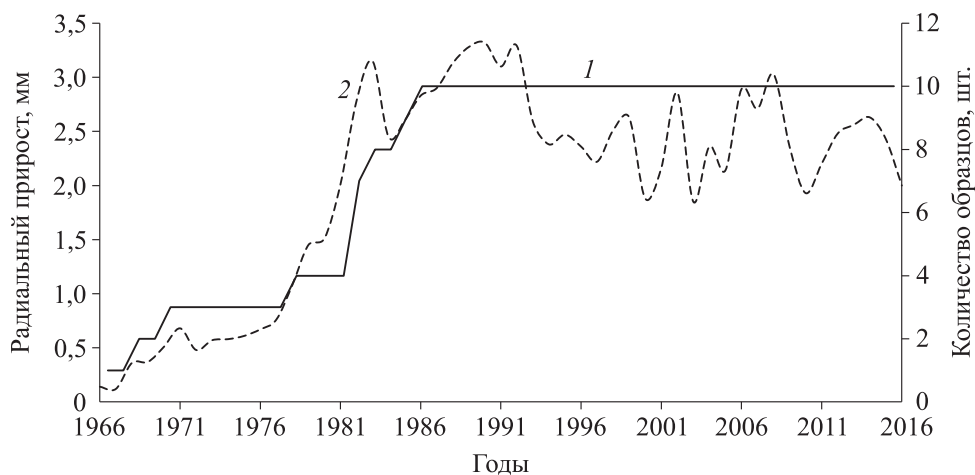


Рис. 2. Средний радиальный прирост деревьев пихты цельнолистной.

1 — количество образцов; 2 — средний радиальный прирост.

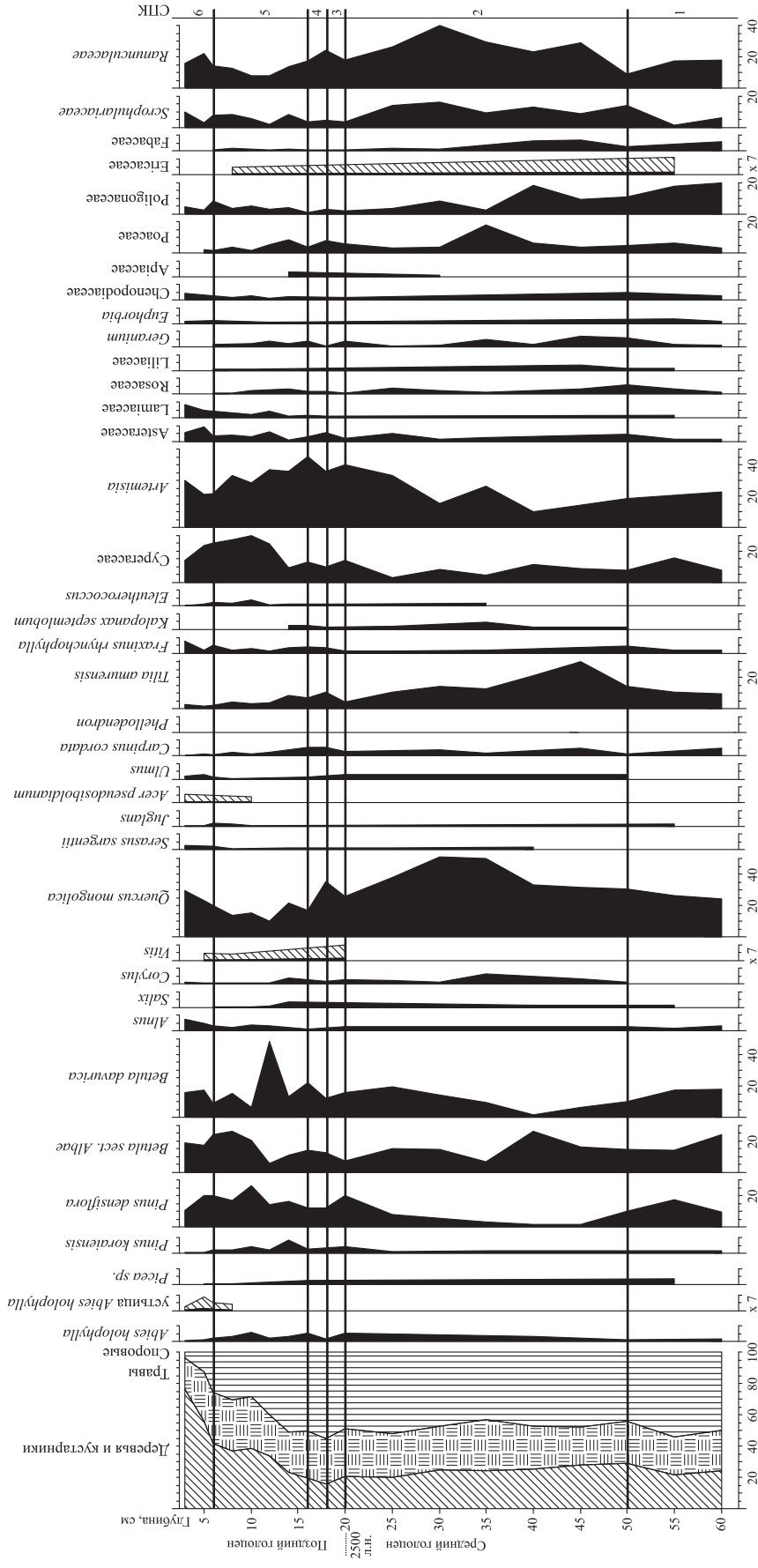


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза 151-16 (о. Русский).

может быть связано с направлением воздушных масс от источника загрязнения, в качестве которого необходимо рассматривать г. Владивосток. В районе п-ова Житкова (4,3 км севернее пихтовой роши) концентрация ртути в приземном слое воздуха достигает 40 нг/м^3 , что в 20 раз превышает фоновое значение. Элемент поступает с воздушными массами вдоль пролива Босфор Восточный [24].

Лихеноиндикационные исследования показали, что видовое разнообразие лишайников пихтовой роши и прилегающей территории выше среднего для острова. В сообществах доминируют виды естественных и слабоизмененных местообитаний, антропогенно нарушенные — немногочисленны. Здесь встречаются четыре вида, внесенные в Красные книги РФ и Приморского края, в том числе редкий реликтовый вид коккокарпия пальмовая (*Coccocarpia palmicala* (Spreng.) Arv. et D. Galloway), сохранившийся лишь на нескольких островах залива Петра Великого. Проективное покрытие лишайниками субстрата от 20 до 100 %. Низкое покрытие характерно для участков с повышенным затенением, в том числе для мертвопокровных пихтарников. Преобладают лишайники со здоровыми талломами либо с незначительными разрушениями. На деревьях диаметром до 10 см разрушенных и поврежденных лишайников нет, что указывает на отсутствие либо незначительный характер антропогенной нагрузки.

На основе комплекса исследований установлено, что в районах расположения посадок пихты цельнолистной в южной части п-ова Сапёрный складывается благоприятная геоэкологическая обстановка. Содержание опасных химических элементов в почве и хвое деревьев существенно ниже ПДК. За все время хвойная роща не испытывала негативных воздействий, которые могли отрицательно отразиться на процессе лесовосстановления. Положительное влияние оказал режим закрытой военной территории, который действовал на о. Русский до 1997 г. В настоящее время посадки пихты цельнолистной по шкале возрастного развития относятся к молодняку [1], с переходом самых старших деревьев к стадии интенсивного прироста по высоте и диаметру [4].

Несмотря на благоприятную геоэкологическую обстановку, фиксируется негативное антропогенное воздействие. Повышение транспортной доступности острова после строительства моста в 2012 г., а также изъятие земель из ведения лесничества в 2012 г. обернулись ростом рекреационной нагрузки и ущербом лесам [2]. Ежегодно фиксируется незаконная вырубка пихты перед новогодними праздниками. В декабре 2016 г. в исследуемой роще было срублено пять деревьев возрастом 25–35 лет, 22 — 35–45 лет, пять — более 50 лет. Как уже отмечалось, после 15 лет у пихты проходит стадия формирования кроны [1], чем и объясняется возрастной интервал вырубленных деревьев. Максимальная высота уничтоженных объектов — 12 м. 85 % срубленных пихт произрастало в 25–30 м от дороги (см. рис. 1, а). Пихтовая роща активно используется местным населением в рекреационных целях. Организация мест для кемпингов приводит к уничтожению нижних растительных ярусов, повышенной пожароопасности, захламлению территории мусором и активизации эрозийных процессов.

Для выявления роли посадок пихты цельнолистной в процессе восстановления условно-коренных хвойно-широколиственных геосистем о. Русский выполнено спорово-пыльцевое изучение рыхлых отложений (разрез 151-16). Выделено шесть фаз развития ландшафтов в южной части п-ова Сапёрный в среднем-позднем голоцене, соответствующих спорово-пыльцевым комплексам (СПК) [2, 26] (рис. 3).

Первый СПК (50–60 см) фиксирует развитие полидоминантных широколиственных лесов с преобладанием дуба (26 %). Климатические условия близки к современным и коррелируются с СПК (Ро-6) (~3600–4000 л. н.) разреза «Поспелово» (о. Русский) [26, 27]. В группе древесных доминирует пыльца берез (до 41 %), из широколиственных пород присутствуют липа (до 10 %) и граб (4,8 %). Из хвойных встречена заносная пыльца сосен густоцветковой (*P. densiflora*) (до 17 %) и корейской (~2), ели (3,5) и пихты (1,6 %).

Второй СПК (20–50 см) отражает более теплые климатические условия, чем современные, и сопоставляется с суббореальным оптимумом голоцена, также запечатленным в спорово-пыльцевых спектрах торфяника «Поспелово» (~3000–3300 л. н.) [26]. На острове произрастал широколиственный лес из дуба (до 51 %), липы (до 30), аралиевых (Araliaceae) и лещины (*Corylus*) (по 6,5), граба (до 5 %). Значительно содержание пыльцы берез (до 34,5 %). Присутствует заносная пыльца сосен густоцветковой (до 10 %) и корейской (до 1,6), пихты (до 3,5 %).

Третий СПК (18–20 см) сформировался в более холодных климатических условиях, чем в предыдущую фазу голоцена, и, вероятно, приходится на похолодание на границе позднего и среднего голоцена, зафиксированное в пыльцевых данных всех островов залива Петра Великого. Для близлежащего о. Наумова в этот период отмечается участие пихты в составе лесной растительности [6]. Сумма пыльцы широколиственных сокращается до 44 %, в том числе дуба — до 26 %. Увеличивается доля хвойных: пихты — до 6 %, сосен корейской и густоцветковой — до 4,3 и 20 % соответственно. При-

сутствует пыльца берез (23 %), липы (4,3 %) и др. Данный СПК отражает появление пихты в составе широколиственного леса. Сосна корейская, скорее всего, могла появиться в верхней части склонов.

Четвертый СПК (16–18 см) сформировался в более теплых климатических условиях, чем современные. Он отражает распространение широколиственных лесов из дуба (35 %), липы (10,5), граба, аралиевых (по 5,3), ясеня (до 3,5) и, возможно, пихты (1,8 %). Также встречена заносная пыльца сосны густоцветковой (12,3 %). В значительном количестве представлена пыльца берез (24,6 %).

Пятый СПК (6–16 см) отражает снижение роли широколиственных (21,4 %), особенно дуба (10,3), и увеличение доли берез (54), с участием пихты (6) и ели (2,8 %). На более высоких уровнях усиливается роль сосны корейской (8,3 %), вдоль побережья — густоцветковой (26 %). Эта фаза протекала в более холодных, чем современные, климатических условиях малого ледникового периода (XIII–XIX вв.). Похолодание было зафиксировано и в отложениях континентального побережья [28] и других островов залива [6].

Шестой СПК (0–6 см) характеризуется увеличением доли широколиственных пород, в том числе дуба (до 29,7 %), ясеня (до 7,8 %), и снижением хвойных. Наличие в СПС устьиц пихты свидетельствует о ее произрастании непосредственно в месте разреза. Возрастание содержания пыльцы ольхи (до 7,4 %) может говорить об увеличении увлажнения. Повышение среднегодовой температуры после малого ледникового периода выразилось в росте численности широколиственных пород на всех островах залива Петра Великого [6].

Палеогеографический анализ показывает, что как минимум со второй половины среднего суббореала в лесной растительности о. Русский присутствовали хвойные, в том числе пихта цельнолистная. Ранее было установлено, что островные геосистемы в заливе Петра Великого быстро реагировали на флуктуации климата, в том числе в виде снижения доли хвойных в теплые периоды [29]. Наибольшее распространение хвойно-широколиственные леса получили при глобальном похолодании на границе позднего и среднего голоцена. Во время малого оптимума голоцена отмечается снижение доли пихты и увеличение в малый ледниковый период. В последующем при повышении среднегодовой температуры происходит уменьшение доли хвойных. Антропогенное влияние в XIX–XX вв. привело к сведению хвойных и распространению широколиственных лесов, что фиксируется для большинства островов залива.

В настоящее время посадки пихты цельнолистной уже перешли к стадии активного плодоношения. При сохранении существующей геоэкологической обстановки будет развиваться процесс естественного лесовосстановления. Посадки пихты являются «ядрами» восстановления условно-коренных хвойно-широколиственных геосистем о. Русский, которые формировались как минимум со среднего голоцена [2]. К сожалению, планы развития о. Русский предполагают практически полное сведение лесов на п-ове Сапёрный. Например, в центральной части исследованной пихтовой рощи находится межевой знак жилищно-строительного кооператива (ЖСК) «Остров» (см. рис. 1, б). Скорее всего, при реализации строительных проектов хвойные будут уничтожены или значительно ухудшатся геоэкологические условия, что вызовет деградацию лесов.

Развитие о. Русский должно базироваться на всесторонней оценке природных комплексов. Антропогенная трансформация геосистем имеет негативное влияние не только на устойчивое функционирование ландшафтов, но и на социально-экономический потенциал территории. Увеличение доли хвойных насаждений будет способствовать восстановлению условно-коренных геосистем и повышению рекреационной привлекательности острова. Это особенно актуально в связи с позиционированием о. Русский в качестве крупного рекреационного центра юга Дальнего Востока России [2]. Один из наиболее перспективных путей сохранения хвойных посадок — придание им природоохранного статуса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на реализацию на о. Русский с 2008 г. крупных инфраструктурных проектов, фиксируются процессы восстановления хвойно-широколиственных лесов [7]. На ключевом участке посадок пихты цельнолистной в юго-восточной части п-ова Сапёрный представлены пихтарники мертвопокровные на буроземах оподзоленных и пихтово-широколиственные леса на буроземах типичных. Анализ почвенных образцов, дендрохронологическое изучение кернов из стволов и химический анализ хвои пихты цельнолистной, разнообразие и жизненное состояние лишайников свидетельствуют об отсутствии негативных природных и антропогенных воздействий, что обеспечивает успешное развитие хвойно-широколиственного леса. Фиксируется благополучное геоэкологическое состояние территории и протекание процесса лесовосстановления хвойных.

Палеогеографические исследования показали, что с конца среднего голоцена пихта цельнолистная принимала участие в формировании лесов на о. Русский. Наибольшее распространение хвойно-широколиственные сообщества получили при глобальном похолодании на границе позднего и среднего голоцена. В настоящее время посадки пихты цельнолистной выступают ареалами восстановления условно-коренных хвойно-широколиственных геосистем, уничтоженных в результате активного освоения острова с середины XIX в. К сожалению, будущее развитие п-ова Сапёрный предполагает выполнение строительных работ, что приведет или к полному уничтожению хвойных, или к их значительной деградации и, как следствие, к снижению природного и социально-экономического потенциала территории.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (15–05–01419).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гриднева Н.В.** Пихта цельнолистная (*Abies holophylla* Maxim.) в Приморском крае (ресурсная оценка и перспективы интродукции): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 2009. — 20 с.
2. **Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф., Ляшевская М.С., Родникова И.М.** Состояние посадок пихты цельнолистной и их значение в восстановлении хвойно-широколиственных геосистем острова Русский (залив Петра Великого, Японское море) // Экологический риск: Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (г. Иркутск, 18–21 апр. 2017 г.) [Электронный ресурс]. — http://ekois.net/wp-content/uploads/2017/04/RISK_Sbornik_2017.pdf (дата обращения 13.09.2017).
3. **Урусов В.М., Варченко Л.И., Вриш Д.Л.** Владивосток — юг Приморья: вековая и современная динамика растительности. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 420 с.
4. **Васильев Н.Г., Колесников Б.П.** Чернопихтово-широколиственные леса Южного Приморья. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 147 с.
5. **Болдескул А.Г., Кудрявцева Е.П., Аржанова В.С.** Роль древесных видов в процессах функционирования ландшафтов чернопихтово-широколиственных лесов Южного Приморья // Сиб. экол. журн. — 2015. — № 3. — С. 355–362.
6. **Ляшевская М.С.** Ландшафтно-климатические изменения на островах залива Петра Великого (Японское море) за последние 20 000 лет // Успехи современ. естествознания. — 2016. — № 11, ч. 2. — С. 372–379.
7. **Ганзей К.С.** Динамика использования земель с 2007 по 2014 г. и перспективы развития острова Русский (залив Петра Великого) // География и природ. ресурсы. — 2016. — № 3. — С. 160–167.
8. **Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Латышева Л.А.** Антропогенная динамика морфологического строения и лесорастительных свойств буроземов острова Русский // Вестн. Краснояр. аграр. ун-та. — 2010. — № 12. — С. 24–28.
9. **Колесников Б.П.** Растительность // Дальний Восток: Физико-географическая характеристика. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — С. 182–245.
10. **Манько Ю.И.** Роль лесничих и администрации Приамурского края в охране лесов и биологических ресурсов на российском Дальнем Востоке в дореволюционное время // Вестн. ДВО РАН. — 2013. — № 2. — С. 22–40.
11. **Недолужко В.А., Денисов Н.И.** Флора сосудистых растений острова Русский (залив Петра Великого в Японском море) // Труды Ботан. садов ДВО РАН. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — Т. 4. — 98 с.
12. **Ганзей К.С., Киселёва А.Г., Пшеничникова Н.Ф.** Ландшафты острова Русский: Карта. М-б 1:25 000. — Владивосток: ООО «Колорит», 2016. — 1 л.
13. **Holmes R.L.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bull. — 1983. — N 43. — P. 69–78.
14. **Rinn F.** Tsap V 3.6 Reference manual: computer program for tree-ring analysis and presentation. — Heidelberg: 1996. — 263 p.
15. **Методические** указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М.: Типогр. Моск. сельскохоз. акад. им. К.А. Тимирязева, 1992. — 62 с.
16. **Методические** указания по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом. — М.: Типография РАСХН, 1993. — 13 с.
17. **Гигиеническая** оценка качества почвы населенных мест. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. — 38 с.
18. **Скирина И.Ф., Коженкова С.И., Родникова И.М.** Эпифитные лишайники Приморского края и использование их в экологическом мониторинге. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 150 с.
19. **Николаев В.А.** Проблемы регионального ландшафтоведения. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — 160 с.
20. **Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.** Классификация и диагностика почв России. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
21. **Иванов Г.И.** Почвообразование на юге Дальнего Востока. — М.: Наука, 1976. — 200 с.

22. **Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М.** Методы дендрохронологии. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-метод. пособие. — Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 2000. — Ч. 1. — 80 с.
23. **Усенко Н.В.** Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. — Хабаровск: Хабаров. кн. изд-во, 1969. — 416 с.
24. **Ляпина Е.Е.** Эколого-геохимическая оценка содержания ртути в биообъектах Томской области // Геохимия живого вещества: Материалы Междунар. молодеж. школы-семинара. — Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2013. — С. 149–153.
25. **Веселова С.С., Чайка В.В., Агошков А.И., Голохваст К.С., Никифоров П.А., Романова Т.Ю., Карабцов А.А., Автомонов Е.Г., Чернышёв В.В., Разгонова С.А., Земляная Н.В., Дорошев Ю.С., Фаткулин А.А., Угай С.М., Лушпей В.П., Петухов В.И.** Распределение тяжелых металлов и микроразмерных частиц в снежном покрове города Владивосток и острова Русский (сезон 2013/2014) // Изв. Самар. науч. центра РАН. — 2014. — Т. 16, № 1 (3). — С. 616–619.
26. **Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г.** Палеосреда острова Русский (Южное Приморье) в среднем–позднем голоцене // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 3. — С. 516–522.
27. **Микишин Ю.А., Петренко Т.И., Гвоздева И.Г., Попов А.Н., Кузьмин Я.В., Раков В.А., Горбаренко С.А.** Голоцен побережья юго-западного Приморья // Научное обозрение. — 2008. — № 1. — С. 8–27.
28. **Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Лящевская М.С., Зубахо Е.Г., Ханалин Е.В.** Полигенетичные буроземы полуострова Муравьёва-Амурского: строение, свойства, генезис // Вестн. ДВО РАН. — 2012. — № 2. — С. 25–34.
29. **Лящевская М.С., Ганзей К.С.** Реконструкция палеоусловий голоцена для островов залива Петра Великого (Японское море) // Пути эволюционной географии: Материалы Всерос. науч. конф., посвященной памяти проф. А.А. Величко. — М.: Изд-во Ин-та географии РАН, 2016. — С. 496–500.

Поступила в редакцию 30.03.2017

После доработки 02.10.2017

Принята к публикации 27.12.2018