

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

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,  
690041, Владивосток, ул. Радио, 7, Россия,  
kganzev@tig.dvo.ru, alena\_kiseleva@mail.ru, rodnikova\_ilona@mail.ru, lyshevskay@mail.ru, n.f.p@mail.ru

### **ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМ ОСТРОВА ПОПОВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Рассмотрено современное состояние геосистем острова Попова. Установлено, что в результате антропогенного влияния происходят трансформация коренных лесов и увеличение доли адвентивной растительности вблизи поселений, зафиксировано обеднение видового состава лишайникового покрова. Почвы острова характеризуются малой мощностью и сильной скелетностью каменисто-щебнистого состава, поэтому большая часть территории острова относится к эрозионно-опасной группе земель. Активная плоскостная эрозия отмечается на дорогах и их обочинах в большинстве типов ландшафтов. На острове доминируют ландшафты пологих склонов, сложенные гранитами и гранитоидами, местами базальтами и диоритобазальтами с преобладанием полидоминантных широколиственных лесов на темных буроземах. На долю антропогенно трансформированных территорий приходится 12,57 % площади. Несмотря на достаточно сильное антропогенное воздействие, геосистемы сохранили свое природное состояние. Показатель ландшафтного разнообразия, а также видовое разнообразие сосудистых растений и лишайников, коэффициент естественной защищенности территории отражают сохранение механизмов функционирования системы в пределах острова, обеспечивают его геосистемную целостность и наличие стабильных внутренних связей между природно-территориальными комплексами. Реконструкция природной среды по данным спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализа выявила естественные пространственно-временные смены ландшафтов за последние 6 тыс. лет. Структурные преобразования геосистем были обусловлены изменением климатического режима и проходили в несколько этапов. Для второй половины атлантического периода было характерно доминирование полидоминантных широколиственных лесов; при похолодании в малый ледниковый период преобладали мелколиственные леса; в малый оптимум голоцена и в период современного глобального потепления произошло увеличение доли широколиственных пород.*

Ключевые слова: сосудистые растения, лишайники, почвы, спорово-пыльцевые комплексы, ландшафты, голоцен.

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

Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,  
ul. Radio, 7, Vladivostok, 690041, Russia, kganzev@tig.dvo.ru, alena\_kiseleva@mail.ru,  
rodnikova\_ilona@mail.ru, lyshevskay@mail.ru, n.f.p@mail.ru

### **NATURAL AND ANTHROPOGENIC DEVELOPMENT FACTORS FOR GEOSYSTEMS OF POPOV ISLAND (THE SEA OF JAPAN)**

*We examine the current state of the geosystems on Popov Island. It is found that as a result of the anthropogenic influence there are taking place the transformation of primary forests and an increase in the proportion of adventives vegetation near settlements; depletion of the species composition of lichen cover has been recorded. The soils of the islands are characterized by a small thickness and are highly skeletal of the stony-rubble composition; therefore, most of the island's territory refers to the erosion-hazardous group of lands. Active sheet erosion is observed on roads and roadsides composed of granites and granitoids, occasional basalts and diorite-basalts dominated by polydominant broad-leaved forests on dark burozems. The anthropogenically transformed territories count for 12.57 % of the area. In spite of a relatively strong anthropogenic impact, the geosystems have retained their natural state. The indicator of landscape diversity, and also species diversity of vascular plants and lichens, and the coefficient of natural protection of the territory reflect the persistence of the functioning mechanisms of the system within the island, and ensure its geosystem integrity and the presence of stable internal linkages between natural-territorial complexes. A reconstruction of the natural environment from data of pollen and radiocarbon analysis revealed natural spatiotemporal changes of landscapes for the last six thousand years. The structural transformations of geosystems were caused by changes*

*in the climatic regime and occurred in several stages. The latter half of the Atlantic period was characterized by a prevalence of polydominant broad-leaved forests; small-leaved forests dominated during the warming period of the Little Ice Age; the proportion of broad-leaved species increased during the Little Holocene Optimum and under current global warming.*

Keywords: vascular plants, lichens, soils, spore-pollen complexes, landscapes, Holocene.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время развитию островных территорий Владивостока уделяется большое внимание со стороны как региональных, так и федеральных органов власти. Например, на о. Русский с 2008 г. был реализован ряд инфраструктурных проектов, направленных на формирование мощных кластеров образовательной, научной и рекреационной ориентации, что привело к существенному изменению геосистем острова. Согласно Генеральному плану развития Владивостокского городского округа, в период до 2025 г. [1] большая часть о. Попова должна будет использоваться в рекреационных целях, а также для научно-производственных нужд — в виде центров по изучению и производству марикультуры. Планируется соединить о. Попова и о. Русский мостом, что улучшит транспортную доступность территории, но и значительно увеличит антропогенный пресс на геосистемы.

Развитие и функционирование природно-территориальных комплексов (ПТК) островов в условиях изоляции от материковой суши приводят к особенностям ландшафтной дифференциации, раскрытым в рамках теории островного ландшафтоведения [2]. Островные территории, обладающие элементами замкнутой вещественно-энергетической системы, чутко реагируют на изменение условий окружающей среды. Переход в разбалансированное состояние может вызывать цепные реакции, приводящие к нарушению природного каркаса территории. Один из основных факторов нарушения устойчивого функционирования геосистем — хозяйственная деятельность.

Несмотря на активное освоение о. Попова с конца XIX в., здесь сохранились условно коренные геосистемы. Реализация планов развития Владивостока может вызвать необратимые изменения ПТК острова. Для предотвращения этого необходима разработка комплексных программ устойчивого развития островных территорий, невозможная без оценки современного состояния геосистем и динамики природной среды. Целью настоящей работы является анализ роли природных и антропогенных факторов в развитии современного состояния геосистем о. Попова.

## ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Остров Попова, второй по площади остров (1297,51 га) архипелага Императрицы Евгении, расположен в 10,5 км от континентальной части города и входит в состав Фрунзенского района Владивостока.

По данным В. И. Преловского с соавторами [3], современные очертания островов залива Петра Великого сформировались около 7–4 тыс. л. н. По геологическому строению все острова залива входят в Муравьево-Дунайскую структурно-формационную зону с развитием нижне- и верхнепермского вулканического складчатого комплекса. Рельеф на о. Попова преимущественно низкорельефный. Абсолютные высоты в восточной части острова не более 120 м, в западной — 160 м. В северной части выделяются прибрежные заболоченные низменности, постепенно переходящие в равнинные участки. Речная сеть развита слабо: два постоянных водотока с истоками в центральной части острова.

Острова залива Петра Великого характеризуются муссонным климатом, со средним количеством осадков около 800 мм/год, 85 % которых приходится на лето. Среднегодовая температура воздуха около 6 °С. Самый холодный месяц — январь (–16÷–17 °С), теплый — август (20–21 °С) [4].

Сведения о флоре о. Попова содержатся в ряде работ [5, 6]. Современная флора острова представлена 570 видами сосудистых растений, из них пять видов включены в Красные книги Российской Федерации и Приморского края. Первые лишенологические исследования на острове были проведены И. Ф. Скириной [7]. В настоящее время для острова известно около 200 видов лишайников, в том числе 13 охраняемых видов [8].

Сведения о почвенном покрове о. Попова представлены в работе Г. А. Селивановой [9]: даны описание морфологического строения и аналитическая характеристика почв в центральной части острова, определена их принадлежность к типу бурых лесных почв (буроземам). В работе Б. Ф. Пшеничникова, В. И. Голова [10] отмечена антропогенная трансформация почвенного покрова в результате рубок леса и периодических пожаров. Почвообразующие породы острова представлены суллинисто-щебнистым элювием, элюводелювием горных пород: диоритов, андезитов, гранитов [11].

На островах залива Петра Великого представлены дальневосточные бореальные и суббореальные средне- и южнотаежные притихоокеанские ландшафты с характерной муссонной циркуляцией воздушных масс [12]. В. Т. Старожилов [13] на о. Попова выделяет низкогорный грабово-широколиственный вид ландшафтов с верхнепермскими вулканитовыми, позднепермскими диоритовыми и гранитоидными комплексами.

Полевые исследования на о. Попова были проведены в 2013 г. В разных ландшафтах были сделаны геоботанические описания, морфологические описания почв, собраны гербарные образцы сосудистых растений и лишайников. Из генетических горизонтов почв взяты образцы на радиоуглеродный и спорово-пыльцевой анализ. На основе структурно-генетической классификации ландшафтов [14] с применением программного пакета ArcGis выполнено ландшафтное картографирование в м-б 1:25 000.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Современный растительный покров* о. Попова характеризуется довольно большим разнообразием фитоценозов и определяется влиянием комплекса природных и антропогенных факторов. Растительность представлена полидоминантными широколиственными, ольхово-черемухово-ивовыми, дубовыми лесами; приморскими, петрофитными, влажными лугами; заболоченными осоково-тростниково-разнотравными, кустарниково-полукустарниково-разнотравными, прибрежно-водными сообществами.

На прибрежно-морских территориях распространены супралиторальные, петрофитные группировки и приморские луга из крестовника лжеарникового (*Senecio pseudoarnica*), льянки японской (*Linaria japonica*), мака Соколовской (*Papaver sokolovskajae*), колосняка мягкого (*Leymus mollis*), полыни побережной (*Artemisia littoralis*), луков густого и спирального (*Allium condensatum*, *A. spirale*), гвоздики китайской (*Dianthus chinensis*), сосюрей новохорошенькой (*Saussurea neupulchella*), дудника Гмелина (*Angelica gmelinii*), астрагала приморского (*Astragalus marinus*), тимьяна Комарова (*Thymus komarovii*) и др.

Значительную часть острова занимают влажные разнотравные, заболоченные осоково-разнотравные, петрофитные мискантусово-разнотравные луга из лютика японского (*Ranunculus japonicus*), лапчатки гусяной (*Potentilla anserina*), вейника узколистного (*Calamagrostis angustifolia*), красоднева Миддендорфа (*Hemerocalis middendorffii*), володушки длинноручево-лучевой (*Bupleurum longiradiatum*), тиллеи водяной (*Tillaea aquatica*), кровохлебки мелкоцветковой (*Sanquisorba parviflora*), тростянки жестковолосистой (*Arundinella hirta*), бубенчика перескиелистного (*Adenophora pereskifolia*), чихотника чихотниковидного (*Ptarmica ptarmicoides*), тимофеевки луговой (*Phleum pretense*), клеверов лугового, тихоокеанского (*Trifolium pretense* и *T. pacificum*), пушицы многоколосковой (*Eriophorum polystachion*), болотницы болотной (*Eleocharis palustris*), колючестебельника Тунберга (*Truellum thunbergii*), дербенника иволистного (*Lythrum salicaria*), мискантуса китайского (*Miscanthus sinensis*), патринии скабиозолистной (*Patrinia scabiosifolia*), зубровки голой (*Hierochloa glabra*), мятлика лугового (*Poa pratensis*) и др.

Кустарниково-полукустарниково-разнотравные сообщества составлены малиной боярышниково-листной (*Rubus crataegifolius*), леспедецей двуцветной (*Lespedeza bicolor*), рододендромом остроконечным (*Rhododendron mucronulatum*), барбарисом амурским (*Berberis amurensis*), лещиной маньчжурской (*Corylus mandshurica*), полынью Гмелина (*Artemisia gmelinii*), чертополохом курчатым (*Carduus crispus*), вейником дальневосточным (*Calamagrostis extremiorientalis*), росичкой азиатской (*Digitaria asiatica*), молочаем Комарова (*Euphorbia komaroviana*), ясноткой бородатой (*Lamium barbatum*), подмаренником даурским (*Gallium dauricum*), валерианой корейской (*Valeriana coreana*), вудсией почти-сердцевидной (*Woodsia subcordata*), горечавкой шероховатой (*Gentiana scabra*), геранью сибирской (*Geranium sibiricum*), горошком однопарным (*Vicia unguis*) и др.

Полидоминантные широколиственные леса сложены липой амурской (*Tilia amurensis*), ильмом японским (*Ulmus japonica*), ясенями носолистным и маньчжурским (*Fraxinus rhynchophylla*, *F. mandshurica*), грабом сердцелистным (*Carpinus cordata*), бархатом амурским (*Phellodendron amurensis*), аралией высокой (*Aralia elata*), березами даурской и плосколистной (*Betula davurica* и *B. platyphylla*), кленами мелколистным, ложнозибольдовым (*Acer mono*, *A. pseudosieboldianum*), маакией амурской (*Maackia amurensis*), калопанаксом семилопастным (*Kalopanax septemlobus*), мелкоплодником ольхолистным (*Micromeles alnifolia*), чубушником тонколистным (*Phyladelphus tenuifolius*), смородиной Максимо-вича (*Ribes maximoviczianum*), трескуном амурским (*Ligustrina amurensis*), водосбором острокашечелистным (*Aquilegia oxypetalis*), недотрогой обыкновенной (*Impatiens noli-tangere*), клематисом бурым (*Clematis fusca*), полынью побегоносной (*Artemisia stolonifera*), щетинником толстокорневищным (*Driopteris cras-*

*sirhizoma*), горошком Ови (*Vicia ohwiana*), адиатумом стоповидным (*Adiatum pedatum*), виноградом амурским (*Vitis amurensis*) и др. На северо-западных склонах и юге острова единично встречается пихта цельнолистная (*Abies holophylla*), а на приморских скалах — стланцевая жизненная форма тиса остроколючного (*Taxus cuspidata*). Кроме того, под пологом леса есть посадки сосны корейской (*Pinus koraensis*).

Разреженные дубовые широколиственные леса (дуб монгольский (*Quercus mongolica*)) находятся в северо-восточной и центральной частях острова на антропогенно трансформированных территориях. Ольхово-черемухово-ивовые леса встречаются на увлажненных участках (ольха японская (*Alnus japonicus*), черемуха Максимовича (*Padus maximowiczii*), ивы Шверина, козья (*Salix schwerinii*, *S. caprea*)). Низкорослый широколиственный лес формируется под интенсивным ветровым влиянием с юго-восточной стороны моря.

В лишайниковом покрове доминируют эпифиты, растущие на коре деревьев и кустарников, что связано с преобладанием на острове лесной и кустарниковой растительности. Здесь отмечены миелохроа золотистая (*Myelochroa aurulenta*), анаптихия изидиозная (*Anaptychia isidiata*), флавопармелия козлиная (*Flavoparmelia caperata*), графис рикузенский (*Graphis rikuzensis*), пертузария многоточечная (*Pertusaria multipuncta*), калоплака золотисто-желтая (*Caloplaca flavorubescens*), охролехия овернская (*Ochrolechia parella*), феофисции опушенная, мохнатая и краснокрасивая (*Phaeophyscia hirtuosa*, *P. hispidula*, *P. rubropulchra*), виды родов буеллия (*Buellia*), лециделла (*Lecidella*), ринодина (*Rinodina*) и др. Лишайники развиваются в кроне и верхних частях стволов деревьев. На талломах отмечены следы пожаров не только вблизи населенных пунктов, но и на наиболее удаленных от жилья участках. Проективное покрытие составляет от 5 до 60 % в зависимости от экологических условий. Жизненное состояние лишайников угнетенное (в зоне наиболее активного антропогенного влияния): отмечаются деформации талломов, уменьшение размера слоевища, иногда встречаются лишайники с разрушенным верхним коровым слоем.

В кустарниково-полукустарниково-разнотравных сообществах на коре кустарников развиваются лишайники фисциелла почерневшая (*Physciella denigrata*), калоплака подозрительная (*C. suspiciosa*), миелохроа золотистая, виды родов бацидия (*Bacidia*), леканора (*Lecanora*). В лесу на скалах и камнях представлены как типичные эпилиты порпидия бело-голубоватая (*Porpidia albocaerulescens*), охролехии, пертузарии, так и перешедшие с коры деревьев феофисции, миелохроа, флавопармелия и др. На скалах на открытых местах обитания произрастают виды сухих каменистых экотопов: ксантопармелия усыпанная (*Xanthoparmelia conspersa*), канделяриелла желточно-желтая (*Candilariella Vitellina*), фисция голубовато-серая (*Physcia caesia*), русавская элегантная (*Rusavskia elegans*), леканора обломочная (*Lecanora frustulosa*), леканора соломенно-желтая (*L. straminea*) и др. На приморских скалах, в зоне воздействия морской воды, развиваются характерные для этого местообитания веррукарии (*Verrucaria*), калоплаки (*C. scopularis*, *C. brattiea*, *C. marina*). На скалах побережья, выше зоны заплеска волн, растут фисция голубовато-серая, леканора соломенно-желтая, русавская элегантная, виды рода рамалина (*Ramalina* Ach.).

В окрестностях населенных пунктов на острове отмечен наиболее обедненный видовой состав лишайников. Здесь встречаются только лишайники, относящиеся к группе видов антропогенно нарушенных мест обитания: канделярия одноцветная (*Candelaria concolor*), миелохроа золотистая, феофисция мохнатая, калоплака золотисто-желтая. Талломы лишайников деформированы, изменен цвет, разрушен верхний коровый слой.

**Почвенный покров** гористой части о. Попова представлен различными типами буроземов и их подтипами [15]: буроземами типичными под полидоминантными широколиственными лесами; буроземами оподзоленными под широколиственными лесами с участием хвойных пород; буроземами темными под разреженными лесами; буроземами глееватыми задернованными под ольхово-черемухово-ивовыми лесами. Под кустарниковой и луговой растительностью в большей степени развиты буроземы темные и луговые почвы. В пределах низменно-равнинных участков распространены комплексы лугово-болотных и болотных почв, на побережье — маршевые, примитивные и слаборазвитые почвы.

В горной части острова распространены преимущественно буроземы типичные с сильной скелетностью и малой мощностью. Их профиль под травяно-кустарниковыми сообществами (рис. 1, разрез 130) включает генетические горизонты: О (0–2 см) — АУ (2–8 см) — АУВМ (8–19 см) — ВМ (19–36 см) — ВМС (36–44 см). Скелетность профиля постепенно нарастает с 10 % (размер 2–3 см) в аккумулятивно-гумусовом горизонте АУ до 70 % (25–37 см) в иллювиальном горизонте ВМ, который постепенно сменяется щебнисто-каменистым элюводелювием горных пород.

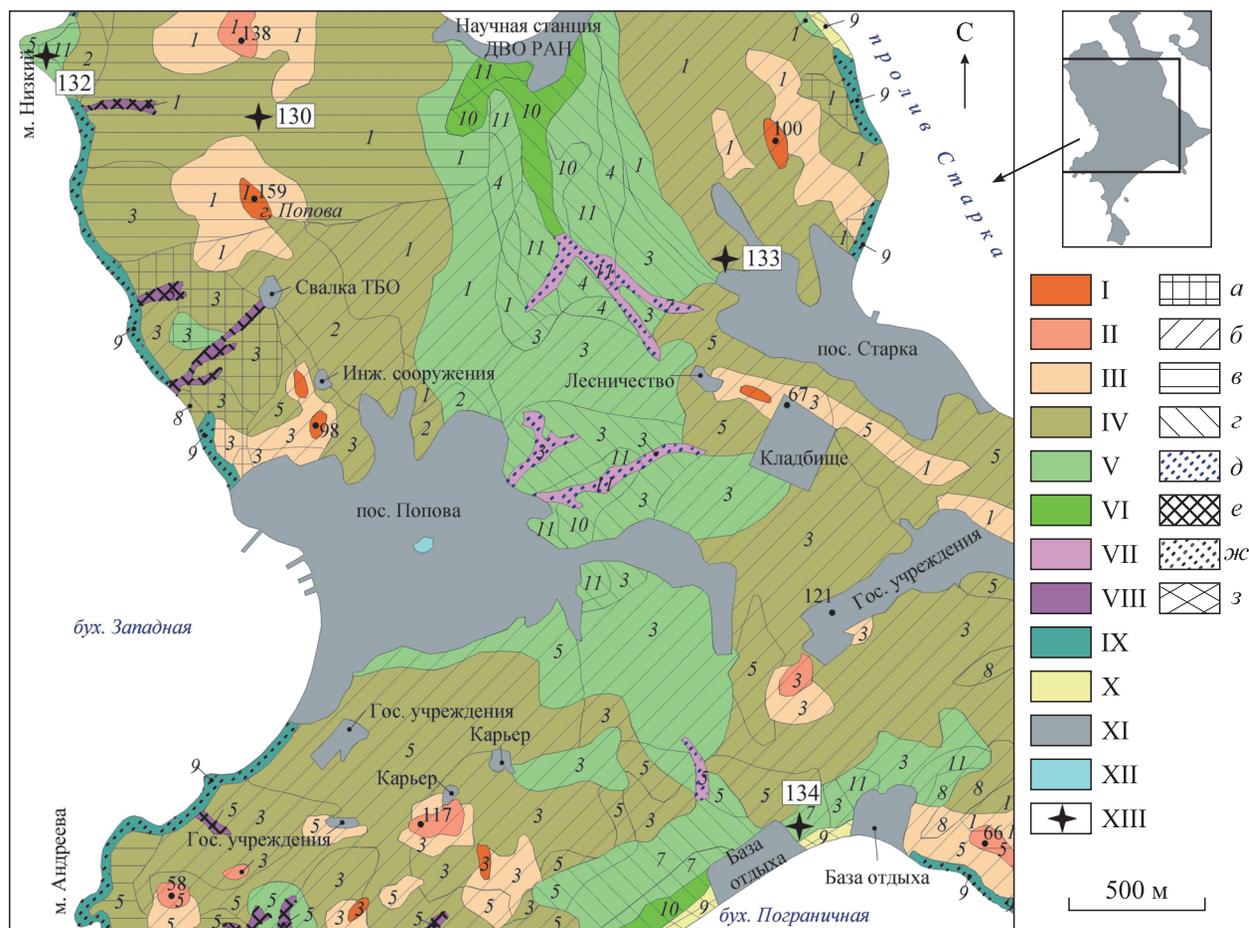


Рис. 1. Фрагмент ландшафтной карты о. Попова.

Роды ландшафтов. Вершинных и привершинных поверхностей: I — гребневидных, II — выположенных; склонов: III — средней крутизны, IV — пологих; субгоризонтальных поверхностей: V — террасовидных, VI — прибрежных низменностей; долинных комплексов: VII — днищ долин временных и постоянных водотоков, VIII — овражно-балочных; прибрежных комплексов: IX — абразионных уступов, X — пляжной зоны. XI — антропогенно преобразованные территории; XII — озера; XIII — точка и номер разреза. Подроды ландшафтов: а — лав, экструзий и субвулканических тел; б — гранитов и гранитоидов, местами гранодиоритов; в — базальтов, долеритобазальтов, диабазов и их туфов; г — песчаников, алевролитов, известняков и конгломератов; д — аллювиальных гравийно-галечных отложений; е — супесчано-щебнистых отложений; жс — песчано-галечных прибрежных отложений. Виды ландшафтов: 1 — широколиственных полидоминантных лесов из граба, липы, ясеня, клена на темных и типичных буроземах; 2 — низкорослых широколиственных лесов на темных буроземах; 3 — разреженных широколиственных лесов на темных буроземах; 4 — ольхово-черемухово-ивовых лесов на задернованных глееватых буроземах; 5 — кустарниково-полукустарниковых разнотравных сообществ на примитивных, задернованных луговых почвах и сильноскелетных темных буроземах; 6 — приморских лугов на луговых почвах; 7 — влажных разнотравных лугов на луговых болотных и глеевых почвах; 8 — петрофитных мискантусово-разнотравных лугов на буроземах темных; 9 — супралиторальных группировок на камнях, частично на маршевых почвах и петрофитных группировок на примитивных почвах; 10 — разнотравных болот на низинных торфяниках и торфянисто-перегноино-глеевых почвах; 11 — заболоченных осоково-разнотравных лугов на лугово-болотных почвах.

В северо-западной части острова под полидоминантным широколиственным лесом с участием хвойных пород формируются буроземы оподзоленные (см. рис. 1, разрез 131). Они также маломощные и сильно скелетные. В их профиле под подстилкой О (0–4 см) залегает маломощный оподзоленный горизонт АУе (4–6 см), который постепенно переходит в горизонт АУеВМ (6–31 см) и ниже сменяется иллювиальным горизонтом ВМ (31–42 см), залегающим на грубообломочном делювии горных пород.

В восточной части острова под широколиственным лесом формируются буроземы типичные (см. рис. 1, разрез 133) с профилем О (0–3 см) — АУ (3–17 см) — АУВМ (17–31 см) — ВМ (31–56 см) —

ВМС (56–65 см). Для них характерно наличие признаков полигенетичности профиля — резкое изменение цвета в нижней части профиля (появление красноватых, розоватых тонов окраски почвенной массы) и утяжеление их гранулометрического состава (до тяжелосуглинистого и глинистого).

На выположенных бессточных и слабо дренируемых террасах под заболоченными лугами формируются комплексы из лугово-болотных почв (см. рис. 1, разрез 132), на низменных территориях — аллювиальные болотные почвы (см. рис. 1, разрез 134).

*Современная ландшафтная структура* о. Попова сформирована горным классом, низкогорным подклассом и лесным типом ландшафтов. На основе проведенных исследований на острове было выделено 10 родов ландшафтов, 8 подродов и 11 видов (см. рис. 1). В целом на острове представлено 74 ландшафта.

Доминируют ландшафты пологих склонов (45 % площади). В основном они сложены гранитами и гранитоидами, встречаются базальты и диоритобазальты, редко лавы и субвулканические тела. Для почвенно-растительного покрова характерно доминирование полидоминантных широколиственных лесов из граба, липы, ясеня, кленов на темных и типичных буроземах, а также разреженных широколиственных лесов на темных буроземах.

Комплексы вершинных и привершинных поверхностей формируют только 1,68 % площади острова. В северной его части вершины имеют гребневидную форму, в средней и южной — выположенную (см. рис. 1). В почвенно-растительном покрове также преобладают полидоминантные и разреженные широколиственные леса на типичных и темных буроземах.

Субдоминантой на острове являются ландшафты субгоризонтальных террасовидных поверхностей, сложенные гранитами и гранитоидами, местами гранодиоритами (9,58 %) и песчаниками, алевролитами, известняками и конгломератами (7,98 %) с преобладанием разреженных широколиственных лесов на темных буроземах.

Почти 5,5 % площади формируют комплексы прибрежных ландшафтов. Из них 4,97 % приходится на ландшафты абразионно-денудационных уступов с гравийно-галечными отложениями с супралиторальными группировками на камнях, частично на маршевых почвах и петрофитными группировками на примитивных почвах. Долинные ландшафты занимают только 1,62 % площади острова. Ландшафты днищ долин временных и постоянных водотоков с преобладанием заболоченных осоково-разнотравных лугов на лугово-болотных почвах тяготеют к центральной части острова (см. рис. 1).

Антропогенно трансформированные территории о. Попова занимают 163,08 га (12,57 % площади). Мозаично по острову расположены населенные пункты (119,28 га, или 73,14 % от площади антропогенно трансформированной территории острова); объекты производственной, инженерной и транспортной инфраструктуры (2,1 га, или 1,29 %); научной и научно-образовательной инфраструктуры (8,12 га, или 4,98 %); государственные учреждения и службы (18,94 га, или 11,62 %). Рекреационная зона занимает 8,52 га (5,22 %), кладбище — 6,11 га (3,75 %). Значительная часть антропогенно трансформированных территорий приходится на пос. Попова (119,28 га).

На основе картографо-статистического анализа ландшафтной карты были рассчитаны показатели сложности ландшафтного рисунка (см. таблицу). Наиболее интересен показатель ландшафтного разнообразия (ЛР), содержащий информацию о фундаментальных свойствах земной поверхности

**Количественные показатели ландшафтной структуры островов Попова и Путятина, по [17]**

Показатель	Острова	
	Попова	Путятина
Площадь, га	1297,51	2769,18
Количество ландшафтных контуров ( $n$ )	228	237
Количество ландшафтов на острове ( $M$ )	76	68
Среднее количество контуров на один ландшафтный выдел ( $p$ )	3,00	3,49
Средняя площадь контура ( $S_0$ )	5,69	11,68
Индекс дробности ландшафтных контуров ( $k$ )	0,18	0,09
Коэффициент сложности ( $K_{\text{слож}}$ )	40,06	20,28
Энтропийная мера сложности ландшафтного рисунка ( $H$ )	4,78	4,42
Относительная организация ландшафтов ( $R$ )	0,23	0,27
Коэффициент ландшафтной раздробленности ( $K$ )	0,44	0,42
ЛР (индекс Маргалефа) ( $D_{\text{mg}}$ )	10,46	8,45

и трудно наблюдаемых физических свойствах ландшафтов [16]. Для островных территорий важнейшим фактором, определяющим значение ЛР, является его площадь [2].

Было выполнено сравнение полученной информации с данными по о. Путятина, ландшафтные исследования которого проведены ранее [18]. По площади о. Путятина более чем в два раза больше о. Попова, а показатель ландшафтного разнообразия меньше на 2,01 (см. таблицу). Такая дифференциация обусловлена разной интенсивностью хозяйственного использования и, следовательно, степенью преобразованности ландшафтов. На о. Путятина ранее существовали крупный кирпичный завод, совхоз по разведению оленей и др. Видовое разнообразие сосудистых растений на о. Попова в два раза больше, чем на о. Путятина: 45 видов на 1 км<sup>2</sup> (570 видов/12,8 км<sup>2</sup>) и 19 видов на 1 км<sup>2</sup> (628 видов/32,3 км<sup>2</sup>) соответственно. Это обусловлено меньшим влиянием пирогенного фактора. Общее видовое разнообразие лишайников о. Попова также выше (203 вида), чем на о. Путятина (142 вида). Для этих островов характерен высокий показатель охраняемых видов сосудистых растений (5 видов) и лишайников (13 видов) среди островов залива Петра Великого. Антропогенное воздействие на ландшафты о. Путятина привело к нарушению естественных вещественно-энергетических потоков в ландшафтных катенах, что вызвало снижение показателей ЛР и видового разнообразия растительности. Коэффициент естественной защищенности ( $K_{\text{ез}}$ ), применяемый для оценки эколого-хозяйственного баланса территории [19], для о. Попова составляет 0,84, что свидетельствует о достаточно высокой естественной защищенности геосистем и устойчивости ландшафтов.

Современный ландшафт любого региона является отражением действия природных процессов и деятельности человека за длительный период. Изучение истории растительности о. Попова способствует пониманию процессов развития природы этого района. Растительность несет важную информацию об основных эволюционно-динамических процессах, позволяющую выполнять палеогеографические реконструкции и географо-прогностические построения. Для правильной оценки характера и направленности глобальных процессов необходимо комплексное изучение региональной динамики природной среды и растительности.

Результаты палинологического анализа почвенных разрезов, заложенных в разных ландшафтах острова (см. рис. 1, 2), и радиоуглеродного датирования позволили сделать следующие выводы об эволюции растительного покрова острова.

Около 6 тыс. л. н. в атлантический термический максимум голоцена на склонах острова произрастал липовый лес с дубом монгольским, калопанаксом семилопастным, грабом сердцелистным, лещиной, березой, аралией и кустарниковым ярусом из калины (*Viburnum*), барбариса, малины, бересклета, единично присутствовала береза кустарниковая (*Betula fruticosa*), сохранившаяся с последней ледниковой эпохи (см. рис. 2, разрез 133, П2). На западном побережье также произрастал липовый лес с калопанаксом, дубом, березой. Уровень моря был выше современного на 2–3 м [20], что увеличило уровень грунтовых вод на побережье и привело к образованию здесь пресноводных водоемов, о чем свидетельствуют находки диатомовых водорослей, характерных для пресноводных водоемов (см. рис. 2, разрез 134, П2). На восточном побережье произрастал дубово-широколиственный лес с участием липы, березы, калины, лещины, ореха маньчжурского (*Juglans mandshurica*). Морские террасы были покрыты луговой влаголюбивой растительностью (см. рис. 2, разрез 132, П2).

Климат был теплее современного, так как сумма пыльцы широколиственных во всех спорово-пыльцевых спектрах, соответствующих этому периоду ( $5230 \pm 250$  л. н., ЛУ-7462), в несколько раз больше по сравнению с субфоссильными спектрами. Осадков выпадало больше, и увлажнение было выше, о чем свидетельствует присутствие в спорово-пыльцевых спектрах спикул губок, диатомовых водорослей, характерных для переувлажненных и заболоченных мест, а также спор зеленых и сфагновых мхов, яиц тихоходок.

В суббореальный период голоцена ( $3580 \pm 310$  л. н., ЛУ-7461) климатические условия также были теплее современных. Вершины водоразделов покрывали полидоминантные леса из термофильных широколиственных пород с папоротниково-травяно-кустарниковым покровом (см. рис. 2, разрез 130, П1). На западном и восточном побережье произрастал полидоминантный лес из дуба, липы, граба, ольхи, калины и др. Прибрежные участки были покрыты влаголюбивой растительностью (см. рис. 2, разрезы 134, П3; 132, П3). Увлажнение было выше, о чем свидетельствуют споры зеленых мхов в спорово-пыльцевых спектрах.

Приближение климатических условий к современным параметрам произошло в конце суббореала (2600–3100 л. н.) и сменилось существенным похолоданием в начале субатлантического периода (около 2600 л. н.) [21], что привело к распространению на склонах березово-липово-широколиственного леса (см. рис. 2, разрез 133, П3), на вершинных поверхностях и побережье — березово-дубово-



широколиственных с папоротниково-травяно-кустарниковым покровом. В спорово-пыльцевых спектрах уменьшается сумма пыльцы широколиственных пород, сокращается разнообразие породного состава, исчезают некоторые термофилы, появляется береза кустарниковая (см. рис. 2, разрезы 130, П2; 134, П4). Климат был холоднее и влажнее современного, о чем можно судить по присутствию в спорово-пыльцевых спектрах пыльцы березы кустарниковой и спор зеленых мхов. Об усилении циклонической деятельности свидетельствует большая доля заносной пыльцы в спорово-пыльцевых спектрах.

Холодные условия субатлантического периода были прерваны малоамплитудным потеплением, названным малым оптимумом голоцена (VIII–XIII вв.). На склонах в составе лесной растительности начинает доминировать дуб, увеличивается количество и других широколиственных (см. рис. 2, разрез 133, П4). Вершинные поверхности были покрыты дубово-липово-широколиственным лесом с участием березы и папоротниково-травяно-кустарниковым покровом (см. рис. 2, разрез 130, П3). Условия были влажные: присутствуют споры зеленых мхов. Климат, вероятно, был аналогичен современному.

После малого оптимума голоцена наступает малый ледниковый период (XII–XIX вв.), более холодный и влажный по сравнению с современным климатом. По оценкам Т. Ямамото [22, 23], температура и лета, и зимы была на 1–2 °С ниже, чем в настоящее время. Летние сезоны были более дождливыми. Эти изменения связаны с ослаблением субтропического тихоокеанского антициклона и смещением климатических зон к югу. В растительном покрове преобладали березово-широколиственные леса с травяно-кустарниковым покровом (см. рис. 2, разрезы 133, П5; 130, П4). Скорее всего, циклоническая деятельность была сильнее, так как в спорово-пыльцевых спектрах присутствует много заносной пыльцы.

В XX в. наблюдается стабильное потепление, во время которого и сформировалась современная растительность о. Попова — полидоминантный широколиственный лес из дуба монгольского, березы даурской с примесью ясеня носолистного, граба сердцелистного, ольхи, калопанакса семиллопастного с кустарниковым ярусом из калины, малины, с разнотравно-папоротниковым покровом (см. рис. 2, разрезы 133, П6; 132, П4; 134, П5). Активная антропогенная деятельность также оказала сильное влияние на формирование современного растительного покрова, места вырубок и пожаров заняли гмелинополынные, где наблюдается поросль древесной растительности, свидетельствующая о благонадежном восстановлении леса (см. рис. 2, разрез 130, П5).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам наших исследований установлено, что природные факторы о. Попова обусловили разнообразие фитоценозов: супралиторальные группировки, петрофитные, влажные, заболоченные луга, кустарниково-полукустарниково-травяные сообщества, прибрежно-водные сообщества, полидоминантные леса, низкорослые леса. Антропогенное влияние отражается в увеличении доли адвентивной растительности вблизи поселений, трансформации коренных лесов в разреженные дубняки, гмелинополынные, мискантусники. Освоение побережья также приводит к трансформации прибрежной растительности, замещению видов естественных местообитаний сбоеустойчивыми, вплоть до полного уничтожения растительного покрова.

Сравнение информации о современном состоянии лишайникового покрова острова с данными 1984–1986 гг. указывает, что произошло обеднение его видового состава [24]. На большей части острова преобладают широко распространенные виды лишайников и виды антропогенно нарушенных мест обитания, устойчивые к разным экологическим условиям. Наблюдается ухудшение жизненного состояния лишайников. Это связано, очевидно, с усилением рекреационной нагрузки и загрязнением приземного воздуха. Виды, характерные для естественных и слабоизмененных территорий, встречаются редко в удалении от населенных пунктов.

Почвы острова характеризуются малой мощностью и сильной скелетностью каменисто-щебнистого состава, поэтому большая часть территории острова относится к эрозионно опасной группе земель. Активная плоскостная эрозия отмечается на дорогах и их обочинах в большинстве типов ландшафтов. В сезон ливневых осадков наблюдаются активный плоскостной смыв подстилки на склонах и частичное обнажение корневой системы подроста древесных пород. В связи с этим при развитии инфраструктуры острова важно сохранять естественную растительность и соблюдать все строительные нормы и правила.

Несмотря на достаточно сильное антропогенное воздействие на почвенно-растительный покров острова, геосистемы в целом сохранили свое природное состояние. Показатель ЛР, видовое разнообразие сосудистых растений и лишайников, коэффициент естественной защищенности территории отражают сохранение механизмов функционирования системы в пределах острова, обеспечивают его геосистемную целостность и наличие стабильных внутренних связей между ПТК. Существование таких механизмов, как самоорганизация и саморегуляция, в условиях активного антропогенного влияния обеспечило устойчивое состояние геосистем.

Формирование механизмов устойчивости геосистем происходило в процессе развития природной среды региона. Выполненная реконструкция растительности по данным спорово-пыльцевого анализа выявила естественные пространственно-временные смены в структуре ландшафтов острова за последние 6 тыс. лет, сопровождавшиеся изменениями направленности почвообразовательных процессов. Характер структурных преобразований был обусловлен изменением климатического режима и проходил несколькими этапами. Наиболее оптимальные условия существовали во второй половине атлантического периода, на острове доминировали полидоминантные широколиственные леса с большим количеством термофильных пород. После чего последовало общее ухудшение природных условий с пиком похолодания в малый ледниковый период и соответствующими изменениями в структуре растительного покрова острова (доминирование мелколиственных лесов), осложненное рядом положительных аномалий (малый оптимум голоцена и современное глобальное потепление), когда температуры достигли уровня современных, а в структуре лесного покрова вновь активизировались широколиственные породы.

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

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Генеральный** план Владивостокского городского округа. Положение о территориальном планировании. — Владивосток, 2011. — Раздел 1, т. 1. — 83 с.
2. **Дьяконов К. Н., Пузаченко Ю. Г.** Теоретические вопросы островного ландшафтоведения // Горизонты географии. К 100-летию К. К. Маркова. — М. Изд-во Моск. ун-та, 2005. — С. 14–17.
3. **Преловский В. И., Короткий А. М., Пузанова И. Ю., Саболдашев С. А.** Бассейновый принцип формирования рекреационных систем Приморья. — Владивосток: Изд-во Владивост. филиала Рос. таможенной академии, 1996. — 150 с.
4. **Научно-прикладной** справочник по климату СССР. Многолетние данные. Приморский край. Сер. 3. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — Вып. 26. — 416 с.
5. **Плотникова Л. С., Трулевич Н. В.** Эколого-фитоценологические принципы создания ботанического сада на острове Попова // Древесные растения в природе и культуре. — М.: Наука, 1983. — С. 201–217.
6. **Пробатова Н. С., Селедец В. П., Недолужко В. А., Павлова Н. С.** Сосудистые растения островов залива Петра Великого в Японском море (Приморский край). — Владивосток: Дальнаука, 1998. — 115 с.
7. **Скирина И. Ф.** Лишайники островов и прибрежных участков // Дальневосточный морской биосферный заповедник: Исследования. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — Т. 1. — С. 568–571.
8. **Родникова И. М., Скирина И. Ф.** Лихеноиндикация антропогенного воздействия на острова залива Петра Великого (Японское море) // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 4. — С. 42–48.
9. **Селиванова Г. А.** К характеристике лесных почв островов залива Петра Великого // Почвоведение. — 1987. — № 9. — С. 125–133.
10. **Пшеничников Б. Ф., Голов В. И.** Почвенный покров островов Залива Петра Великого // Экологическое состояние и ресурсный потенциал естественного и антропогенно-измененного почвенного покрова. — Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1998. — С. 47–54.
11. **Изосов Л. А., Съедин В. Т., Емельянова Т. А., Крамчанин К. Ю., Смирнова О. Л., Огородний А. А., Ли Н. С.** Новые данные по геологии островов залива Петра Великого (Японское море). Остров Попова // Вестн. ДВО РАН. — 2013. — № 2. — С. 13–21.
12. **Исаченко А. Г.** Ландшафты СССР. — Л.: Изд-во Ленингр. ин-та, 1985. — 320 с.
13. **Старожилков В. Т.** Ландшафты Приморского края (Объяснительная записка к карте м-ба 1:500 000). — Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. — 368 с.
14. **Николаев В. А.** Проблемы регионального ландшафтоведения. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. — 160 с.
15. **Классификация и диагностика почв России** / Авт. и сост. Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
16. **Пузаченко Ю. Г., Дьяконов К. Н., Алещенко Г. М.** Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. — М.: Изд-во Науч. и учеб.-метод. центра, 2002. — С. 143–302.

17. **Ганзей К. С.** Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. — Владивосток: Дальнаука, 2010. — 214 с.
18. **Лящевская М. С., Киселёва А. Г., Родникова И. М., Пшеничникова Н. Ф., Ганзей К. С.** Развитие почвенно-растительного покрова острова Путятина в позднем голоцене (Японское море) // География и природ. ресурсы. — 2014. — № 1. — С. 124–133.
19. **Кочуров Б. И.** Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. — М.: Изд-во Ин-та географии РАН, 1999. — 86 с.
20. **Короткий А. М., Гребенникова Т. А., Пушкарь В. С., Разжигаева Н. Г., Волков В. Г., Ганзей Л. А., Мохова Л. М., Базарова В. Б., Макарова Т. Р.** Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем плейстоцене–голоцене // Вестн. ДВО РАН. — 1997. — № 3. — С. 121–143.
21. **Микишин Ю. А., Петренко Т. И., Гвоздева И. Г.** Ландшафтно-климатические изменения в голоцене Южного Приморья // VIII Всерос. совещание по изучению четвертичного периода «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований»: Сб. статей (Ростов-на-Дону, 10–15 июня 2013 г.). — Ростов н/Д: Изд-во Южного науч. центра РАН, 2013. — С. 443–445.
22. **Yamamoto T.** On the climatic change in the XV and XVI centuries in Japan // Geophysical Magazine. — 1971. — N 35. — P. 187–206.
23. **Yamamoto T.** On the nature of climatic change in Japan since the Little Ice Age around 1800 AD // Journ. of the Meteorological Society of Japan. — 1971. — N 49. — P. 798–812.
24. **Скирина И. Ф., Родникова И. М.** Мониторинговые исследования состояния приземного воздуха о-ва Попова по данным лишеноиндикации // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: Материалы междунар. конф. — Владивосток: Дальнаука, 2013. — С. 300–303.

*Поступила в редакцию 14 сентября 2015 г.*