

Разнообразие экосистем Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа и их современное состояние

А.П. Андреева

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля»,
Россия, 107258, Москва, ул. Глебовская, д. 20Б

Адрес для переписки: andalexandrap@yandex.ru

Реферат. Экосистемы Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа включают самые восточные в мире леса средиземноморского типа и уникальную инверсионную лесостепь, расположенную выше лесного пояса в горах, характеризуются высоким видовым разнообразием, а также наличием эндемичных видов флоры разного ранга. В районе исследования представлено 16 растительных формаций, для которых выявлены закономерности их распределения в зависимости от характеристик рельефа. Для каждой формации выделены 4 категории нарушенности – условнокоренные, короткопроизводные, длительнопроизводные и сильно нарушенные. На основе обработки данных дистанционного зондирования составлена мозаика элементарных выделов по высоте, экспозиции и крутизне, которые сопоставлены с результатом классификации растительного покрова. В результате построена карта экосистем, отображающая их разнообразие и современное состояние. Наибольшую площадь занимают формации из дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) (33%) и скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) (24%), меньше из граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.) и бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky) (каждый около 10%). По степени нарушенности наиболее распространены длительнопроизводные сообщества (40%). Отмечается деградация и фрагментация экосистем в районе исследования по сравнению с литературными и картографическими данными прошлых лет.

Ключевые слова. Черноморское побережье, разнообразие экосистем, растительные формации, категории нарушенности, картографирование экосистем, антропогенная трансформация.

Ecosystem diversity on the Black Sea coast of the Northwest Caucasus and their current state

A.P. Andreeva

Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology,
20B, Glebovskaya str, 107258, Moscow, Russian Federation

Correspondence address: andalexandrap@yandex.ru

Abstract. The ecosystems on the Black Sea coast of the Northwest Caucasus include the world's easternmost Mediterranean forests and a unique inversion

forest-steppe located above the forest belt in the mountains. They are characterized by high species diversity and the presence of endemic flora of various ranks. The study area includes 16 vegetation formations. Their distribution patterns were identified based on relief characteristics. Four disturbance categories are presented for each formation: nominally primary, short-term, long-term, and severely disturbed. Using remote sensing data, a mosaic of elementary units based on elevation, aspect, and slope was created and compared with the vegetation classification results. Thus, a map of ecosystems was constructed, reflecting their diversity and current state. Formations of oaks (*Q. pubescens* Willd. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl.) occupy the largest area (33% and 24%), compared to hornbeam (*C. betulus* L.) and beech (*F. orientalis* Lipsky) (each about 10%), which are much less widespread. Long-term communities are the most common (40%). Degradation and fragmentation of ecosystems are observed in the study area compared to literature and cartographic data from previous years.

Keywords. Black Sea coast, ecosystem diversity, plant formations, disturbance categories, ecosystem mapping, anthropogenic transformation.

Введение

Экосистемы Черноморского побережья Кавказа обладают высоким биологическим и ландшафтным разнообразием. Здесь насчитывается более 1300 видов сосудистых растений, около 50 видов млекопитающих и свыше 200 видов птиц. Особую ценность и уникальность для территории представляют субсредиземноморские ландшафты, эндемичные виды, в красные книги включено более 70 видов растений (Государственный природный заповедник..., 2013; Биомы России, 2018; Биоразнообразие горных биомов..., 2025).

При этом регион характеризуется экстремальными погодно-климатическими условиями, которые частично усиливаются происходящими климатическими изменениями – рост средней годовой температуры воздуха за последние 30 лет составил 0.9°C/10 лет, а средняя годовая сумма осадков практически не изменилась, что говорит об усилении процесса аридизации в регионе (Богданович и др., 2021). Увеличивается количество опасных гидрометеорологических явлений, среди которых наибольший ущерб наносят очень сильный ветер, экстремальные осадки и наводнения (Третий оценочный доклад..., 2022).

Также в регионе высоко антропогенное воздействие на экосистемы. В прошлом веке проводились массовые вырубки дубовых и дубово-грабовых лесов, которые использовались не только для строительства – на их месте высаживали сосну пицундскую (*Pinus pityusa* Steven) и крымскую (*P. pallasiana* Lamb.), а склоны подвергались террасированию (Липка, 2006; Государственный природный заповедник..., 2013). В настоящее время серьезный ущерб экосистемам региона (от вытаптывания до крупных пожаров) наносит рекреация – в 2025 г. Краснодарский край посетили 19.5 млн человек (Росстат, 2026). В связи с такими экстремальными условиями становится особенно актуальной оценка разнообразия и современного состояния экосистем

Черноморского побережья Кавказа для разработки эффективных мер по их сохранению и восстановлению.

Район исследования охватывает участок между городами Анапа и Геленджик и включает в себя п-ов Абрау, хребет Маркотх и расположенные к югу от него территории до р. Адерба (рис. 1).



Рисунок 1. Географическое положение района исследования (масштаб 1:350 000)

Figure 1. Geographic location of the study area (scale 1:350 000)

Цель исследования – оценка разнообразия экосистем Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа на уровне основных растительных формаций и характеристика их современного состояния с использованием полевых и дистанционных методов исследования.

Были поставлены следующие задачи:

- 1) с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР) создать мозаику элементарных выделов (сочетаний экспозиции, крутизны и высоты местности), как основу для карты экосистем;
- 2) разработать классификацию растительных формаций района исследования с учетом степени нарушенности на основе полевых и литературных данных;
- 3) выявить закономерности распределения растительных формаций в зависимости от характеристик рельефа;
- 4) построить карты экосистем района исследования на уровне основных растительных формаций, отражающих их современное состояние;
- 5) оценить разнообразие экосистем с учетом выделенных категорий.

Методы и материалы исследования

В ходе работы проводились полевые исследования, обработка данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и литературных материалов для построения карты экосистем исследуемой территории, в том числе с использованием искусственного интеллекта.

Сбор полевого материала

За период 2017-2024 гг. выполнено 230 комплексных ландшафтных и геоботанических описаний, из которых 185 выполнено лично автором, 45 – в составе коллектива исполнителей научно-исследовательских работ (Петрушина, 2022) (рис. 2). Также при участии автора выполнено около 200 ландшафтных описаний в береговой зоне Черного моря на участке между Геленджиком и Анапой (Крыленко, 2019-2021¹⁾).

Полевые описания охватывают все пояса растительности южного и северного макросклонов ведущих элементов рельефа исследуемого участка. Для сбора информации о высотной поясности применялось геоботаническое и ландшафтное профилирование.

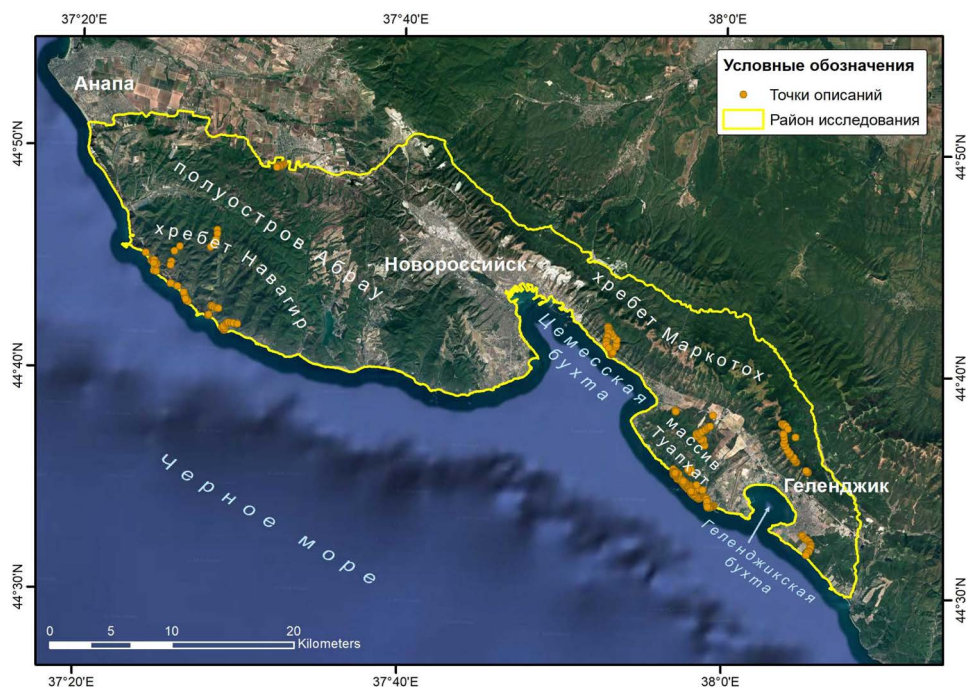


Рисунок 2. Район исследования с точками полевых описаний (масштаб 1:350 000)

Figure 2. The study area with field description points (scale 1:350 000)

¹⁾ Крыленко, М.В. (2019-2021) Экзогенные процессы как фактор пространственной дифференциации растительных сообществ морских абразионных берегов, грант РФФИ № 19-05-00716

Подготовка векторной основы для карты экосистем

Для построения карты экосистем была создана мозаика элементарных выделов (местообитаний) – сочетаний экспозиции, крутизны и высоты местности, отражающих схожие обусловленные рельефом абиотические условия (перераспределение солнечной радиации и поверхностного стока).

Методика исследования была апробирована на небольшом участке территории (Андреева и др., 2025) и в настоящий момент применена для участка Черноморского побережья между Анапой и Геленджиком. При построении карты использовался инструментарий QGIS и SAGA GIS.

В качестве основы была выбрана ЦМР системы FABDEM разрешением 30 м, которая предоставляет глобальную модель поверхности Земли без растительности и зданий. По некоторым сравнительным оценкам (Симанов, 2023) она является более точной, чем модель системы SRTM (разрешением 30 и 90 м), которую также часто используют для исследований в масштабе от 1:100 000 до глобального.

На основе ЦМР были построены производные карты высоты местности (гипсометрическая) с шагом 100 м по вертикали, экспозиции (по 8 румбам) и уклонов (рис. 3а-в). Уклоны по крутизне были классифицированы в соответствии с (Беручашвили, Жучкова, 1997): 0-4° плоские, 4-10° покатые, 10-20° пологие, 20-30° средней крутизны и 30-45° крутые поверхности.

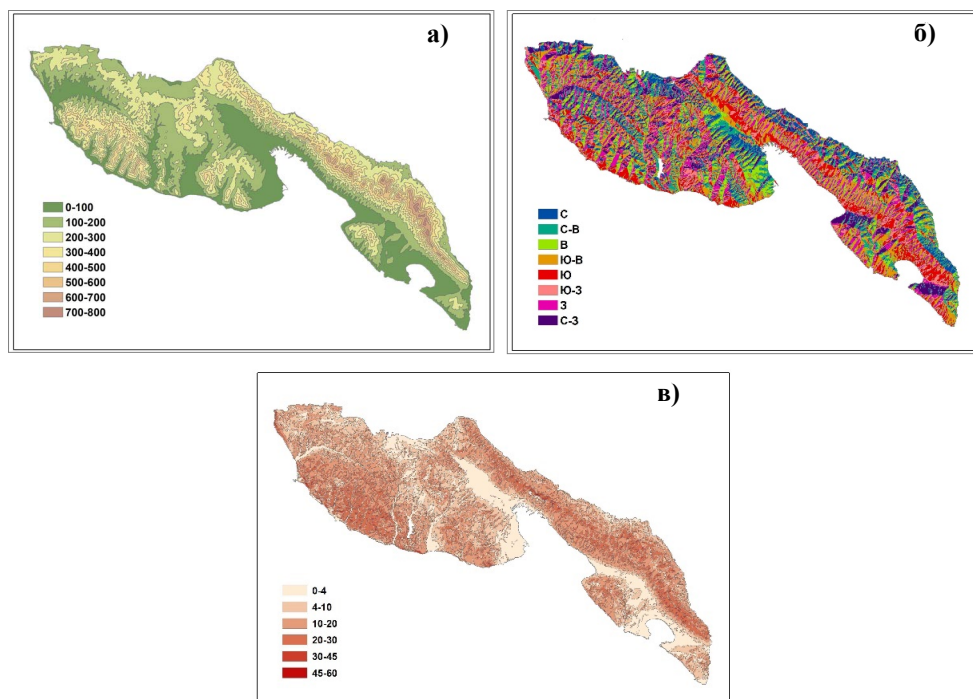


Рисунок 3. Производные от ЦМР карты высот (а), экспозиции (б) и крутизны (в) района исследования (масштаб 1:350 000)

Figure 3. DEM-derived maps of elevation (a), aspect (б), and slope (в) of the study area (scale 1:350 000)

Полученные растровые изображения крутизны и экспозиции были пропущены через медианный фильтр (Median Filter) для удаления «лишних» пикселей, чтобы снизить цифровой шум изображения без существенного изменения границ групп классов пикселей исходного слоя и избежать образования множества мелких полигонов. Дополнительно был применен инструмент Majority Filter, чтобы устранить оставшиеся отдельные пиксели, причисляя их к доминирующему классу пикселей вокруг.

Растровые изображения были конвертированы в векторный формат, совмещены и обработаны. В полученном слое полигоны размером менее 12 000 м² (10 пикселей), были присоединены к соседним с наибольшей площадью.

В результате построена мозаика элементарных выделов на весь исследуемый участок, где каждому присвоен свой уникальный номер (ID) – около 17 000 полигонов. Масштаб полученной карты участков с однородными экологическими условиями – 1:50 000 (рис. 4).



Рисунок 4. Фрагмент мозаики элементарных выделов в районе Геленджикской бухты (масштаб 1:50 000)

Figure 4. A fragment of the elementary units mosaic in the Gelendzhik Bay area (scale 1:50 000)

Результирующий слой был обрезан по маске городской застройки и объектов инфраструктуры, а также сельхозугодий, которая была подготовлена в результате дешифрирования и оцифровки композитного космического снимка Sentinel-2 разрешением 10 м за летний период 2025 г.

В результате была получена атрибутивная таблица, в которой содержатся сведения о высоте, экспозиции и крутизне для каждого элементарного выдела на местности. В дальнейшем им будет присвоена информация об основных растительных формациях.

Классификация растительного покрова

В районе исследования распространено три основных типа экосистем – ксерофитных субсредиземноморских лесов и редколесий, мезофитных широколиственных лесов и лесостепи.

Пояс ксерофитных субсредиземноморских лесов и редколесий протягивается до 250 м н.у.м. (Огуреева, 2013; Петрушина, Мерекалова, 2017). Наиболее близко к морю распространены фисташково-можжевельниковые редколесья, леса из сосны пицундской (*P. pityusa* Steven) на южных макросклонах. Выше данные экосистемы сменяются можжевельниковыми лесами и редколесьями, можжевельново-пушистодубовыми, пушистодубовыми или пушистодубово-грабинниковыми лесами (до 300-400 м, местами до 500 м) (Липка, 2006; Огуреева, 2013; Петрушина, Мерекалова, 2017).

Пояс мезофитных широколиственных лесов протягивается на высотах от 250 до 550 м н.у.м., иногда до 670 м. В нижней полосе данного пояса выделяются скальнодубовые леса и их сочетания с липой (*Tilia begoniifolia* Steven), кленами (*Acer campestre* L., *A. laetum* Gled.), ясенем (*Fraxinus. excelsior* L.). Также в данном поясе выделяются леса с доминированием граба (*C. betulus* L.), бука (*F. orientalis* Lipsky) и ясеня (*F. excelsior* L.) и их сочетания с липой (*T. begoniifolia* Steven) и дубом скальным (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) (Липка, 2006; Огуреева, 2013; Огуреева, Быкова, 2013; Петрушина, Мерекалова, 2017).

Верхний пояс – инверсионная полоса лесостепи (500-760 м н.у.м.). Здесь представлены экосистемы горных луговых степей и остепненных лугов – ковыльных, типчаковых, разнотравных, кустарниковых и злаково-разнотравных (Липка, 2006).

На основе полученных полевых материалов и изучения литературных данных было установлено, что для территории исследования характерно 16 основных растительных формаций: сосны пицундской (*P. pityusa* Steven), можжевельников красного (*Juniperus oxycedrus* L.), высокого (*J. excelsa* M. Bieb.) и вонючего (*J. foetidissima* Willd.), тиса ягодного (*Taxus baccata* L.) дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) и скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.), граба обыкновенного (*C. betulus* L.), граба восточного (*C. orientalis* Mill.), бука восточного (*F. orientalis* Lipsky), ясеня высокого (*F. excelsior* L.), липы кавказской (*T. begoniifolia* Steven), кленов полевого (*A. campestre* L.) и светлого (*A. laetum* Gled.), ольхи бороdatoй (*Alnus barbata* C.A. Mey.) и ивы пятитычинковой (*Salix pentandra* L.). По литературным источникам (Зернов, 2002; Литвинская, 2004; Липка, 2006; Огуреева, 2013; Петрушина, Мерекалова, 2017) также удалось определить их экологическую приуроченность и некоторые границы. В ходе полевых исследований были выявлены производные сообщества разной степени нарушенности от исходных формаций.

Для получения информации об однородных выделах растительности была применена контролируемая классификация методом максимального правдоподобия (Maximum Likelihood) в SAGA GIS. Обучающая выборка была сформирована на основе полевых и литературных данных. Для каждой растительной формации вручную указывались выделы, в которых была высокая уверенность в ее нахождении по данным полевых наблюдений, картогра-

фических материалов и крупномасштабных снимков (Sentinel-2 разрешением 10 м). Алгоритмы машинного обучения вносили информацию о степени нарушенности на основе текстуры космических снимков.

Классификация проводилась на основе многоканального растрового изображения, куда были включены: RGB (видимый диапазон) и NIR (ближний инфракрасный) за летний период 2025 г., NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс, медианный композит 10-20 апреля, сцена 10 июля 2025 г.), NDMI (нормализованный разностный индекс влажности, сцена 10 июля 2025 г.), SAVI (почвенно-скорректированный вегетационный индекс, сцена 10 июля 2025 г.) и NDBI (нормализованный разностный индекс застроенных территорий, сцена 10 июля 2025 г.). Исходные космические снимки спутника Sentinel-2 разрешением 10 м были получены и обработаны в среде Google Earth Engine.

Для ручной верификации полученного классифицированного изображения и разграничения растительных формаций в качестве подложки были использованы следующие спектральные индексы: NDVI (медианный композит 10-20 апреля, 10 июля 2025 г.), NDMI (10 июля 2025 г.) и Red Edge NDVI (8 и 14 сентября 2025 г.), который рассчитывается с использованием красного края (Red edge), расположенного между красным и ближним инфракрасным диапазонами. Red Edge NDVI более чувствителен к содержанию хлорофилла, что помогает достовернее разделять древесные породы (Шихов и др., 2020). На основе полевых точек рассчитаны средние значения данных вегетационных индексов для каждой растительной формации. Полученные спектральные характеристики послужили дополнительным критерием их различий при дешифрировании (табл. 1). Таким образом, наибольшее значение NDVI в начале вегетационного периода наблюдается у граба (*C. betulus* L.) и грабинника (*C. orientalis* Mill.), в пик вегетации – у бука (*F. orientalis* Lipsky), дуба скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) и граба (*C. betulus* L.). С помощью Red Edge NDVI удалось отличить широколиственно-липовые (*T. begoniifolia* Steven) и пушистодубовые леса от иных широколиственных формаций. Для определения формаций луговых степей и остепненных лугов использовались значения июльских NDVI и NDMI: ковыльные степи имеют наименьшие значения индексов (0.419; 0.093), несколько выше значения у разнотравных степей (0.476; 0.146) и наибольшие – у остепненных лугов (0.578; 0.243).

Таблица 1. Значения вегетационных индексов для каждой формации

Table 1. Vegetation index values for each formation

Формации	NDVI (апрель)	NDVI (июль)	Red Edge NDVI
Хвойные			
Сосна пицундская (<i>P. pityusa</i> Steven)	0.296	0.341	0.181
Можжевельники (<i>J. oxycedrus</i> L., <i>J. excelsa</i> M. Bieb., <i>J. foetidissima</i> Willd.)	0.301	0.338	0.182
Широколиственные			
Дуб пушистый (<i>Q. pubescens</i> Willd.)	0.295	0.365	0.177

Дуб скальный (<i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.)	0.378	0.584	0.329
Ясень высокий (<i>F. excelsior</i> L.)	0.334	0.558	0.294
Граб обыкновенный (<i>C. betulus</i> L.)	0.426	0.572	0.319
Бук восточный (<i>F. orientalis</i> Lipsky)	0.318	0.605	0.404
Широколиственно-липовые (<i>T. begoniifolia</i> Steven) леса	0.310	0.412	0.229
Мелколиственные			
Грабинник (<i>C. orientalis</i> Mill.)	0.404	0.525	0.291
Пойменные ивовые (<i>S. pentandra</i> L.) и ольховые (<i>A. barbata</i> C.A. Mey.) леса	0.348	0.518	0.295

Некоторые растительные формации, имеющие следы антропогенного преобразования, такие как посадки сосны и степи на террасированных склонах дешифровались вручную, т.к. их не удалось выделить в отдельные классы при классификации. Была создана маска для террасированных склонов.

Результаты и обсуждение

На основании сопоставления результатов полевых исследований и литературных материалов с данными дистанционного зондирования удалось выявить закономерности распределения основных растительных формаций по склонам гор в зависимости от их крутизны, экспозиции и высоты н.у.м. (табл. 2).

Таблица 2. Распределение основных растительных формаций по экспозиции, высоте и уклону
Table 2. Distribution of the main plant formations by aspect, elevation, and slope

Формации	Экспозиция	Высота, м	Уклон, °
Хвойные			
Сосна пицундская (<i>P. pityusa</i> Steven) и ее посадки на южных склонах хребтов	Ю, Ю-В, Ю-З, З	50-200	4-30
Посадки <i>P. pityusa</i> Steven	С, С-З, С-В, В	50-200	4-30
Можжевельники (<i>J. oxycedrus</i> L., <i>J. excelsa</i> M. Bieb., <i>J. foetidissima</i> Willd.)	Ю, Ю-З, З, Ю-В	50-400	4-45 (до 60)
Широколиственные			
Дуб пушистый (<i>Q. pubescens</i> Willd.)	Ю, Ю-З, В, Ю-В	50-300 (400)	4-20 (до 45)
Дуб скальный (<i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.)	С, С-З, З, С-В	100-450	4-40
Ясень высокий (<i>F. excelsior</i> L.)	Ю-В, Ю-З, С, З	50-650 (0-50)	0-45
Граб обыкновенный (<i>C. betulus</i> L.)	С, С-В, В	100-500	4-45
Бук восточный (<i>F. orientalis</i> Lipsky)	С, С-В, С-З, З	200-650	10-45
Липа кавказская (<i>T. begoniifolia</i> Steven)	В, С-В, С, С-З, З	150-450 (0-50)	4-40
Клены (<i>A. campestre</i> L., <i>A. laetum</i> Gled.)	В, З, С-З	150-450 (0-50)	0-30
Мелколиственные			
Грабинник (<i>C. orientalis</i> Mill.)	Ю, Ю-З, Ю-В, З	20-200	4-40
Петрофиты	Ю, Ю-З, Ю-В	0-100	0-90

На основе полевых исследований, обработке литературных и картографических материалов для каждой из растительных формаций удалось выделить 3-4 категории нарушенности (табл. 3). В подходящих для формаций условиях (элементарных выделах) могут находиться экосистемы в любом из переходных состояний восстановительных сукцессий.

Таблица 3. Легенда к карте экосистем. Номера соответствуют индексам на карте

Table 3. Legend to the ecosystem map. Numbers correspond to indices on the map

Природные экосистемы				
Формации	Категории нарушенности			
	1	2	3	4
	Условно коренные	Коротко производные	Длительно производные	Сильно нарушенные
Хвойные леса				
1. Сосна пицундская (<i>P. pityusa</i> Steven)	1.1 Сосновый, с выраженным кустарниковым ярусом или мертвопокровный лес	1.2а Сосновый с можжевельником, дубом пушистым и грабинником, реже с дубом скальным лес 1.2б Посадки сосны на террасированных склонах в местах естественного ее произрастания	1.3а Посадки сосны на террасированных склонах на месте произрастания других пород (дуба пушистого и скального, грабинника) 1.3б Пушистодубо- во-грабинниковый с подростом сосны (иногда с отдельными соснами) злаково- разнотравный лес	1.4 Остепненные участки с единичной сосной, дубом пушистым и грабинником, с сумахом (<i>Rhus coriaria</i> L.) и держи- деревом (<i>Paliurus spina- christi</i> Mill.)
2. Можже- вельники (<i>J. oxycedrus</i> L., <i>J. excelsa</i> M. Bieb., <i>J. foetidissima</i> Willd.)	2.1 Можжевельное, иногда с фисташкой туполистной (<i>Pistacia mutica</i> Fisch. & C.A. Mey.), с жасмином (<i>Jasminum fruticans</i> L.), разнотравно- злаковое редколесье или лес	2.2а Фисташково- можжевельное редколесье, с жасмином, разнотравно- злаковое 2.2б Пушистодубо- во-можжевельный, с грабинником, иглицей (<i>Ruscus aculeatus</i> L.), разнотравно- злаковый лес 2.2в Пушистодубово- можжевельный, с грабинником, разнотравно- злаковый лес на террасированных склонах	2.3а Грабинниково пушистодубовый, с можжевельником, с держи-деревом, разнотравно- злаковый лес 2.3б Грабинниково пушистодубовый, с можжевельником и единичной сосной, с держи- деревом, разнотравно- злаковый лес на месте бывших посадок сосны	2.4 Заросли сумаха и чия (<i>Achnatherum bromoides</i> (L.) P. Beauv.) на месте сгоревших можжевельных лесов и редколесий

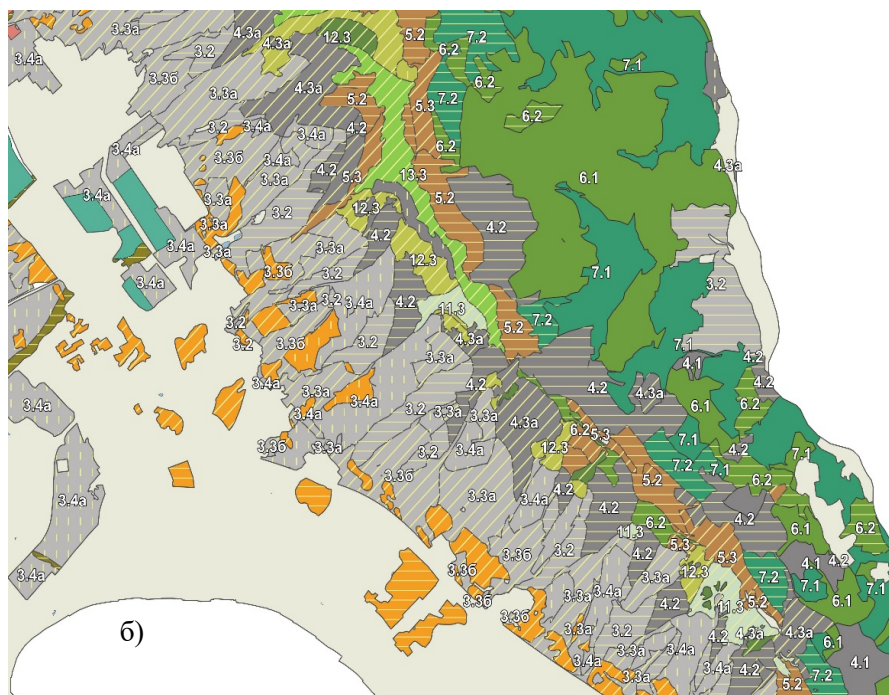
Широколиственные леса				
3. Дуб пушистый (<i>Q. pubescens</i> Willd.)	3.1 Пушисто дубовый с ясенем, липой, грабинником, с кизилом (<i>Cornus mas</i> L.) и скумпией (<i>Cotinus coggygria</i> Scop.) разнотравный лес	3.2 Грабинниково-можжевельново-пушистодубовый, с ясенем разнотравно-	3.3а Пушистодубово-грабинниковый, местами с можжевельником, подростом дуба, иногда сосны,	Остепненные луга и кустарники: 3.4а с подростом дуба, сосны и грабинника, в том числе на месте виноградников
		злаковый лес	разнотравно-злаковый лес 3.3б Пушистодубово-грабинниковый, местами с можжевельником и единичной сосной, подростом дуба, иногда сосны, разнотравно-злаковый лес на месте бывших посадок сосны	3.4б с соснами (местами единично), с подростом дуба и грабинника на месте посадок сосны
4. Дуб скальный (<i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.)	4.1 Скальнодубовый с грабом, с липой, иногда с кленом, разнотравный или мертвопокровный лес	4.2 Ясенево-скальнодубовый, с кленом, грабинником, злаково-разнотравный лес	4.3а Скальнодубово-грабинниково-ясеневый с кленом, злаково-разнотравный лес 4.3б Скальнодубово-грабинниково-ясеневый с кленом, местами с единичной сосной, злаково-разнотравный лес на месте бывших посадок сосны	4.4а Злаково-разнотравные или разнотравные мезофитные луга, с держи-деревом, также на месте бывших виноградников, фруктовых и ореховых садов 4.4б Злаково-разнотравные или разнотравные мезофитные луга, с держи-деревом на месте посадок сосны
5. Ясень высокий (<i>F. excelsior</i> L.)	5.1 Ясеневый, с грабом, липой, вязом, кленом и дубом скальным, с кизилом, разнотравный лес	5.2 Вязово-скальнодубово-ясеневый с кленом, грабинником, с кизилом, злаково-разнотравный лес	5.3 Ясенево-грабинниковый, с дубом пушистым (скальным), с подростом клена, грабинника, ясеня, местами с держи-деревом, злаково-разнотравный лес	5.4 Злаково-разнотравные мезофитные луга, часто с держи-деревом, также на месте виноградников
6. Граб обыкновенный (<i>C. betulus</i> L.)	6.1 Грабовый, с дубом скальным, буком, иногда с кленом и липой, осоково-разнотравный, разнотравный с плющом или мертвопокровный лес	6.2 Кленово-буково-скальнодубово-грабовый с ясенем, разнотравный, часто с кизилом лес	6.3 Грабово-ясеневый, с грабинником, с подростом граба, клена и липы, разнотравный лес	6.4а Злаково-разнотравные мезофитные луга и редины, иногда на месте виноградников 6.4б Злаково-разнотравные мезофитные луга и редины на месте посадок сосны

7. Бук восточный (<i>F. orientalis</i> Lipsky)	7.1 Буковый, с дубом скальным, грабом, ясенем, со свидиной (<i>Swida australis</i> (C.A. Mey.) Pojark. ex	7.2 Ясенево-грабово-буковый, с дубом скальным, липой и кленом, с рябиной (<i>Sorbus</i>	7.3 Буково-кленово-ясеневый, с дубом скальным, липой, с кизилом, с подростом бука разнотравный лес	7.4 Злаково-разнотравные и разнотравные мезофитные луга, с кустарником (ежевикой (<i>Rubus caesius</i> L.))
	Grossh.) и клекачкой (<i>Staphylea colchica</i> Steven), разнотравный с плющом (<i>Hedera helix</i> L.) или мертвopoкpoвный лес	<i>torminalis</i> (L.) Crantz), боярышником (<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.) и кизилом, разнотравный с плющом или мертвopoкpoвный лес		
8. Широколиственно-липовые (<i>T. begoniifolia</i> Steven) леса	8.1 Липовый с дубом скальным (иногда пушистым), кленом, ясенем, разнотравный лес	8.2 Ясенево-скальнодубово-липовый с кленом, разнотравный лес	8.3 Липово-скальнодубово-ясеневый с грабинником, кленом, с подростом клена, ясеня и липы, разнотравный лес	8.4а разнотравные мезофитные луга на крутых коренных склонах 8.4б разнотравно-злаковые мезофитные луга на водораздельных поверхностях
Мелколиственные леса				
9. Грабинник (<i>C. orientalis</i> Mill.)	9.1 Грабинниковый с дубом пушистым, бересклетом (<i>Euonymus europaeus</i> L.), шиповником (<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.), с иглицей, разнотравно-злаковый лес	9.2 Ясенево-пушисто (скально) дубово-грабинниковый, с иглицей, разнотравно-злаковый лес	9.3 Лес из дуба пушистого или скального с ясенем, иногда можжевельником, с подростом грабинника, с держи-деревом и сумахом, разнотравно-злаковый	9.4 Разнотравно-злаковые луга, часто с держи-деревом и сумахом
10. Пойменные ивовые (<i>S. pentandra</i> L.) и ольховые (<i>A. barbata</i> C.A. Mey.) леса	10.1 Ольховый, ивовый иногда с ясенем и кленом разнотравно-осоковый лес	10.2 Кленово-ясеневый с ивой и ольхой, разнотравно-осоковый	10.3 Кустарниковые заросли из ивы и ольхи, с единичными ясенем и кленом, разнотравно-осоковые	10.4 Русловые и приморские галечники с редким разнотравьем и подростом ивы, образовавшиеся в результате наводнений и дождевых паводков
Луговые степи и остепненные луга				
11. Ковыльные степи	11.1 Степь из ковыля красивейшего (<i>Stipa pulcherrima</i> K. Koch) и Лессинга (<i>S. lessingiana</i> Trin. & Rupr.) с разнотравьем	11.2 Степи из ковыля красивейшего и Лессинга на террасированных склонах	11.3 Степи из ковыля красивейшего и Лессинга с разреженным покровом в результате пожаров и вытаптывания	11.4 Лишенные растительности участки на месте ковыльных степей

12. Разнотравные степи	12.1 Типчаково-разнотравные степи с лисохвостом (<i>Alopecurus vaginatus</i> (Willd.) Pall. ex Kunth) и	12.2 Разнотравные степи на террасированных склонах	12.3 Разнотравные степи с разреженным покровом в результате пожаров и вытаптывания	12.4 Лишенные растительности участки на месте разнотравных степей
	мятликом (<i>Poa bulbosa</i> L.), местами с подростом ясеня, груши (<i>Pyrus caucasica</i> Fed.), миндаля (<i>Amygdalus nana</i> L.) и терна (<i>Prunus spinosa</i> L.)			
13. Остепненные луга	13.1 Вейниковые луга с лисохвостом, тысячелистником (<i>Achillea nobilis</i> L.) и осокой (<i>Carex michelii</i> Host)	13.2 Остепненный луг на террасированных склонах	13.3 Остепненный луг с разреженным покровом в результате пожаров и вытаптывания	13.4 Лишенные растительности участки на месте остепненных лугов
14. Кустарниковые заросли	14.1 Шиповниковые и терновые, иногда с подростом ясеня, разнотравно-злаковые заросли	14.2 Шиповниковые и терновые заросли на террасированных склонах	14.3 Разреженные кустарниковые заросли в результате пожаров	14.4 Лишенные растительности участки на месте кустарниковых зарослей
Прибрежно-водная растительность				
15. Тростниковые заросли	15.1 Тростниковые заросли пресных водоемов, приморских лагун и небольших болот	-	-	15.4 Расчищенные от тростника прибрежные участки водоемов и лагун
Растительность крутых и обрывистых склонов				
16. Ксерофитная злаково-разнотравная растительность на обвально-оползневых приморских склонах				
17. Петрофитная злаково-жабрицевая с разнотравьем растительность, иногда с сосной, на скалистых приморских и горных склонах				
18. Виноградники эксплуатируемые				
19. Плодовые сады эксплуатируемые				
20. Растительность практически отсутствует (встречается единично) или отсутствует полностью				

Определение степени нарушенности экосистемы для элементарного выдела проводилось на основе информации об экспозиции, крутизне и высоте склонов, спектральных характеристиках указанных индексов (NDVI апреля и июля, NDMI июля и Red Edge NDVI сентября) для каждой растительной формации, а также визуального дешифрирования крупномасштабных разновременных снимков в Google Earth разрешением от 1 до 10 м. Дополнительно

a)



6)

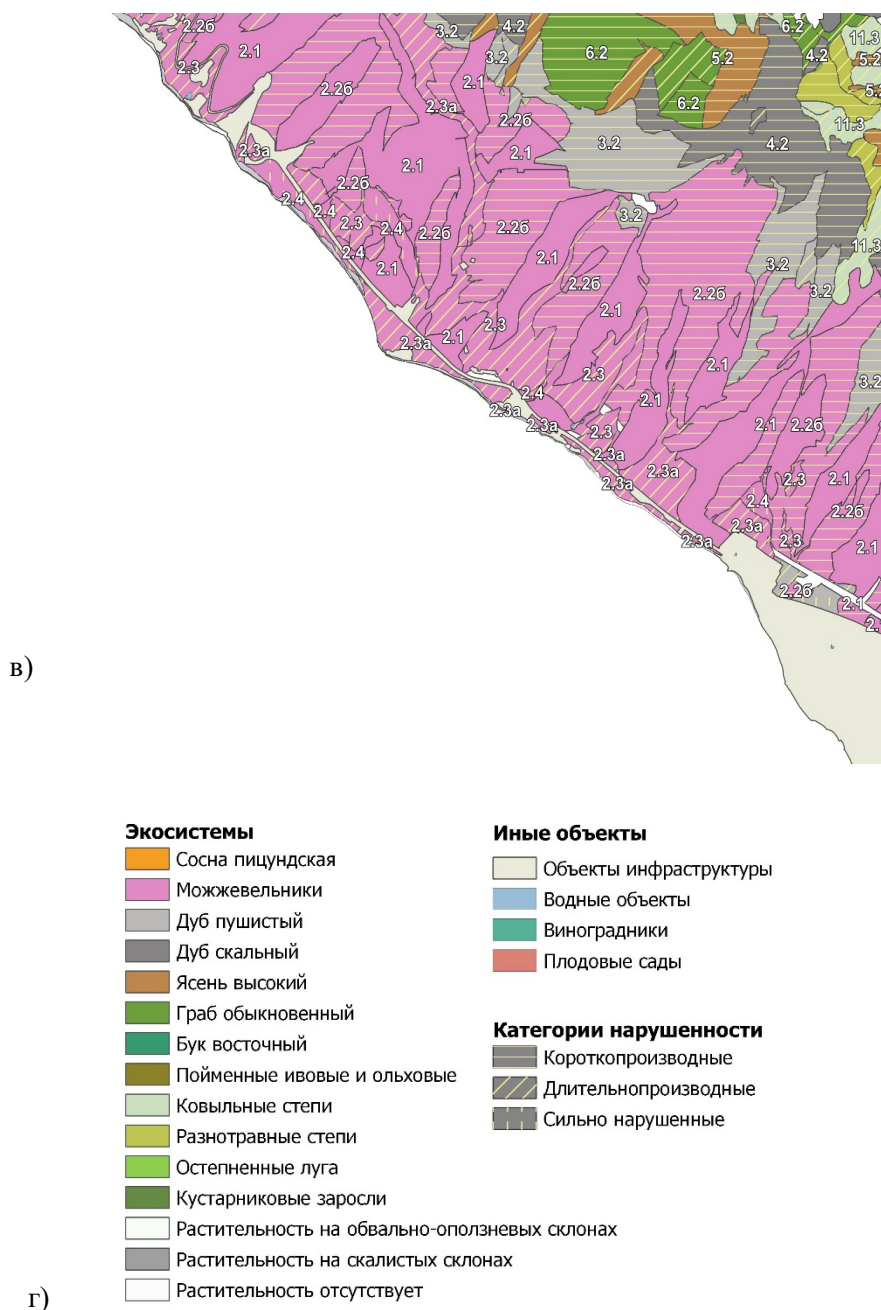


Рисунок 5. Фрагменты карты экосистем в масштабе 1:25 000, где (а) территории рядом с г. Геленджик, (б) южный и северный макросклон хр. Маркотх, (в) участок между с. Кабардинка и г. Новороссийск, (г) легенда к карте экосистем

Figure 5. Fragments of the ecosystem map (scale 1:25 000), where (a) the areas near Gelendzhik, (b) the southern and northern slopes of the Markotkh Range, (c) the area between Kabardinka and Novorossiysk, and (d) the legend for the ecosystem map

Оценка разнообразия экосистем и степени нарушенности

Видовое разнообразие района исследования, относящегося к Новороссийской флористической провинции, превышает 1300 видов (Липка, 2006; Биоразнообразие горных биомов..., 2025). Наибольшее разнообразие (от 520 до 930 видов) характерно для формаций южных приморских склонов – можжевельников (*J. oxycedrus* L., *J. excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd.), дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) и сосны пицундской (*P. pityusa* Steven), где велика доля средиземноморских видов. В поясе мезофитных широколиственных лесов наибольшее разнообразие характерно для формаций дуба скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) и граба обыкновенного (*C. betulus* L.) (примерно 570-590), бука восточного (*F. orientalis* Lipsky) и ясеня высокого (*F. excelsior* L.) (около 450), тогда как формации кленов (*A. campestre* L., *A. laetum* Gled.) и липы кавказской (*T. begoniifolia* Steven) насчитывают примерно 160-200 видов. Разнообразие пойменных комплексов из ольхи бороdatoй (*A. barbata* C.A. Mey.) и ивы пятитычинковой (*S. pentandra* L.) составляет приблизительно 580 и 280 видов соответственно. В верхнем поясе лесостепи в разнотравных и ковыльных степях насчитывается от 420 до 450 видов, а остепненные луга значительно беднее – примерно 190 видов. Береговые склоны, несмотря на экстремальные условия, также разнообразны – здесь насчитывается более 280 видов с господством ксерофитов (Липка, 2006).

В районе исследования наибольшую площадь занимают леса из дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) (33%), несколько меньше – из дуба скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) (24%) (рис. 6). Распространены леса из граба (*C. betulus* L.) и бука (*F. orientalis* Lipsky) (каждый около 10%), произрастающего преимущественно на северном склоне хр. Маркотх, также выделяются леса из ясеня (*F. excelsior* L.) (4%). Можжевельники (*J. oxycedrus* L., *J. excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd.) занимают значительные площади на южных склонах п-ова Абрау и хр. Маркотх между г. Новороссийск и с. Кабардинка (более 10%), из которых условнокоренные составляют менее 30%. Широколиственно-липовые и пойменные леса занимают наименьшую площадь (менее 2%). В поясе лесостепи наиболее распространены разнотравные степи (41%), несколько меньше ковыльные степи и остепненные луга (26% и 23% соответственно), наименьшую площадь занимают кустарниковые заросли (10%).

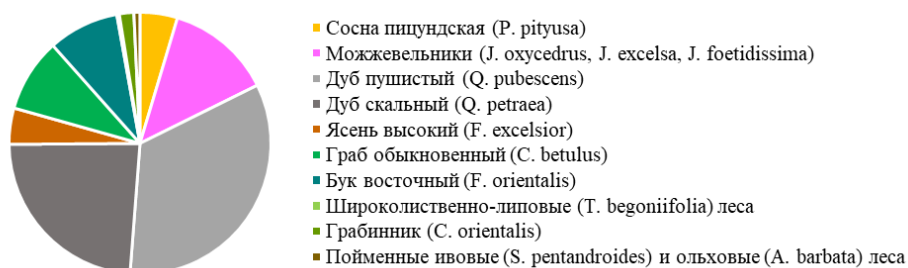


Рисунок 6. Соотношение основных древесных растительных формаций района исследования

Figure 6. The ratio of the main woody plant formations in the study area

По степени нарушенности наибольшая доля приходится на длительнопроизводные сообщества (приблизительно 40%), несколько меньше – на короткопроизводные (30%). Доля условнокоренных сообществ составляет примерно 20%, а сильно нарушенных – 10%.

Являясь наиболее распространенными, леса из дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) и скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) испытали наибольшие нарушения – в них велика доля длительно производных сообществ (до 50%). Также для дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) отмечена наибольшая доля сильно нарушенных сообществ (30%). Сосновые и можжевельниковые леса преимущественно короткопроизводные. Леса из граба (*C. betulus* L.) и бука (*F. orientalis* Lipsky) отнесены к условнокоренным, в меньшей степени к короткопроизводным, так как они занимают северный, более труднодоступный макросклон хр. Маркотх.

По сравнению с работой (Липка, 2006), в районе хребта Маркотх и массива Туапхат состояние экосистем ухудшилось: отмечается их деградация, фрагментация и замещение объектами инфраструктуры. Часть посадок сосны на террасированных склонах была уничтожена в результате пожаров. Их площадь с начала 2000-х гг. сократилась почти на 30%, а распространение стало более фрагментарным. В 2023 г. пожаром уничтожены леса из дуба пушистого (*Q. pubescens* Willd.) и скального (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) на хребте Маркотх – по данным МЧС площадь возгорания составила 118 га (МЧС, 2023). Площадь населенных пунктов увеличилась более чем в 2 раза, главным образом за счет земель, отведенных под виноградники, а также дубовых лесов.

Подобная тенденция наблюдается и на полуострове Абрау – за последние годы зафиксировано 2 крупных пожара: в районе заповедника «Утриш» в 2020 г. уничтожены можжевельниковые леса и редколесья площадью около 130 га (Аристархова, Пасхина, 2022), а в 2024 г. в районе х. Дюрсо – 62 га (МЧС, 2024).

Заключение

Экосистемы Черноморского побережья Кавказа отличаются высоким разнообразием: в ходе работы выделено 16 основных растительных формаций, каждая из которых включает до нескольких сотен видов растений, что отражает уникальность региона и его природоохранную значимость.

Вместе с тем для них характерна высокая степень нарушенности, вследствие воздействия антропогенных и природно-климатических факторов, что особенно заметно для пушистодубовых и скальнодубовых лесов, а также для можжевельниковых лесов и редколесий. Пострадали также насаждения из сосны пицундской (*P. pityusa* Steven) на террасированных склонах, площадь которых на территории исследований сократилась почти в 4 раза по данным дистанционного зондирования.

Несмотря на активное освоение территории и высокую рекреационную нагрузку, предпринимаются усилия для сохранения экосистем района в близком к их естественному состоянию и снижению антропогенного воздействия в будущем – на полуострове Абрау в 2010 г. был основан государственный при-

родный заповедник «Утриш» (9 910 га), а через 10 лет в 2020 г. – природный парк Маркотх (65 645 га). Однако некоторые экосистемы (например, на месте карьеров, застроенные жилыми кварталами) не подлежат восстановлению.

Полученная карта экосистем отражает не только их разнообразие, но и современное состояние.

Благодарности

Автор выражает благодарность Петрушиной М.Н. и Крыленко М.В. за помощь в организации и проведении полевых исследований, Липке О.Н. за ценные консультации и всестороннюю поддержку в процессе работы над картой экосистем, Богдановичу А.Ю. за помощь в подготовке ее итоговой версии.

Список литературы

Андреева, А.П., Липка, О.Н., Журавлева, Н.С. (2025) Анализ подходов к оценке разнообразия экосистем для целей картографирования, *Международный научно-исследовательский журнал*, № 4 (154), с. 1-16.

Аристархова, Е.А., Пасхина, А.А. (2022) Оценка горимости растительных сообществ полуострова Абрау, *Ландшафтно-экологическая оценка деградации земель степных и аридных территорий*, с. 12-17.

Беручашвили, Н.Л., Жучкова, В.К. (1997) *Методы комплексных физико-географических исследований*, М., Изд-во МГУ, 320 с.

Биомы России. Карта. Масштаб 1:7 500 000 (2018) М., МГУ, РГО.

Биоразнообразие горных биомов России (2025) М., Изд-во МГУ, 791 с.

Богданович, А.Ю., Липка, О.Н., Крыленко, М.В., Андреева, А.П., Добролюбова, К.О. (2021) Климатические угрозы на Северо-Западе Черноморского побережья Кавказа: современные тренды, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 7, № 4, с. 44-70.

Государственный природный заповедник «Утриш». Атлас. Научные труды. Том. 2 (2013) Анапа, 88 с.

Зернов, А.С. (2002) *Определитель сосудистых растений севера Российского Причерноморья*, М., Товарищество научных изданий КМК, 283 с.

Липка, О.Н. (2006) *Ботаническое разнообразие и современное состояние растительности хребта Маркотх (Северо-Западный Кавказ)*, дисс. ... канд. геогр. наук, М., МГУ им. М.В. Ломоносова, 164 с.

Литвинская, С.А. (2004) *Растительность Черноморского побережья России (Средиземноморский анклав)*, Краснодар, 120 с.

МЧС (2023) URL: <https://23.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/vse-novosti/5092933>.

МЧС (2024) URL: <https://asc-ug.organizations.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/press-centr/4240484>.

Огуреева, Г.Н. (2013) Высотные пояса растительности, *Государственный природный заповедник «Утриш». Атлас. Научные труды. Том. 2*, с. 42-45.

Огуреева, Г.Н., Быкова, П.А. (2013) Ценотическое разнообразие растительного покрова северного макросклона хребта Навагир, *Биоразнообразие Государственного природного заповедника «Утриш». Научные труды. Том 1*, Анапа, с. 77-90.

Петрушина, М.Н. (2022) *Структура, особенности функционирования и динамики субсредиземноморских ландшафтов Государственного природного заповедника «Утриш»*, договор о НИР № 26-2022.

Петрушина, М.Н., Мерекалова, К.А. (2017) Ландшафтные исследования в заповеднике «Утриш», *Наземные и прилегающие морские экосистемы полуострова Абрау, структура, биоразнообразие и охрана*, с. 43-67.

Росстат. Туризм (2026) https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Turpotok_12-2025_4kv25.xlsx.

Симанов, А.А. (2023) Использование глобальных цифровых моделей рельефа при обработке гравиметрических данных в горной местности, *Горное эхо*, № 4, с. 68-72.

Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (2022) СПб., Научное издание, 676 с.

Шихов, А.Н., Герасимов, А.П., Пономарчук, А.И., Перминова, Е.С. (2020) *Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения: учебное пособие*, Пермь, ПГНИУ, 191 с.

FABDEM V1-2, URL: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/s5hqmjcdj8yo2ib-zi9b4ew3sn>.

Google Earth, URL: <https://www.google.com/earth/about/versions/>.

Google Earth Engine, URL: <https://earthengine.google.com/>.

SRTM, URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/srtm>.

References

Andreeva, A.P., Lipka, O.N., Zhuravleva, N.S. (2025) Analiz podkhodov k otsenke raznoobraziya ekosistem dlya tseley kartografirovaniya [Analysis of approaches for evaluation of ecosystem diversity for mapping purposes], *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, no. 4 (154), pp. 1-16.

Aristarkhova, E.A., Pashkina, A.A. (2022) Otsenka gorimosti rastitelnykh soobshchestv poluostrova Abrau [The phytocenosis burnability rating of Abrau peninsula], *Landshaftno-ekologicheskaya otsenka degradatsii zemel stepnykh i aridnykh territoriy*, pp. 12-17.

Beruchashvili, N.L., Zhuchkova, V.K. (1997) *Metody kompleksnykh fizikogeo-*

graficheskikh issledovaniy [Methods of complex physical-geographical research], Moscow, MGU, Russia, 320 p.

Biomy Rossii. Karta. Masshtab 1:7 500 000 [Biomes of Russia. Map. Scale 1:7,500,000] (2018) Moscow, MGU, RGO, Russia.

Bioraznoobraziye gornyykh biomov Rossii [Biodiversity of Mountain Biomes of Russia] (2025) Moscow, MGU, Russia, 791 p.

Bogdanovich, A.Yu., Lipka, O.N., Krylenko, M.V., Andreeva, A.P., Dobrolyubova, K.O. (2021) Klimaticheskie ugrozy na Severo-Zapade Chernomorskogo poberezhya Kavkaza: sovremennyye trendy [Climate threats in the North-West Caucasus Black Sea coast: modern trends], *Fundamentalnaya i prikladnaya klimatologiya*, vol. 7, no. 4, pp. 44-70.

Gosudarstvennyy prirodnyy zapovednik "Utrish". Atlas. Nauchnyye trudy. Tom. 2 [State Nature Reserve "Utrish". Atlas. Scientific Works. Vol. 2] (2013) Anapa, Russia, 88 p.

Zernov, A.S. (2002) *Opredelitel sosudistykh rasteniy severa Rossiyskogo Prichernomor'ya* [Identification guide of vascular plants of the north of the Russian Black Sea region], Moscow, *Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK*, Russia, 283 p.

Lipka, O.N. (2006) *Botanicheskoe raznoobrazie i sovremennoe sostoyaniye rastitelnosti khrebt Markotkh (Severo-Zapadnyy Kavkaz)* [Botanical diversity and current state of vegetation of the Markotkh Ridge (North-Western Caucasus)], Candidate's thesis, Moscow, MGU, Russia, 164 p.

Litvinskaya, S.A. (2004) *Rastitelnost Chernomorskogo poberezhya Rossii (Sredizemnomorskiy anklav)* [Vegetation of the Russian Black Sea coast (Mediterranean enclave)], Krasnodar, Russia, 120 p.

MCHS [EMERCOM of Russia] (2023) URL: <https://23.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/vse-novosti/5092933>.

MCHS [EMERCOM of Russia] (2024) URL: <https://asc-ug.organizatsion.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/press-centr/4240484>.

Ogureeva, G.N. (2013) Vysotnye poyasa rastitelnosti Gosudarstvennyy prirodnyy zapovednik "Utrish" [Altitudinal vegetation belts of the Utrish State Nature Reserve], *Gosudarstvennyy prirodnyy zapovednik «Utrish». Atlas. Nauchnyye trudy. Tom. 2*, Russia, pp. 42-45.

Ogureeva, G.N., Bykova, P.A. (2013) Tsenoticheskoe raznoobrazie rastitelnogo pokrova severnogo makrosklona khrebt Navagir [Coenotic diversity of vegetation cover of the northern macroslope of the Navagir Ridge], *Bioraznoobrazie Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Utrish", Nauchnyye trudy, Tom 1*, Anapa, Russia, pp. 77-90.

Petrushina, M.N. (2022) *Struktura, osobennosti funktsionirovaniya i dinamiki subsredizemnomorskiykh landshaftov Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Utrish"* [Structure, functioning features and dynamics of sub-Mediterranean landscapes of the Utrish State Nature Reserve], Contract No. 26-2022, Russia.

Petrushina, M.N., Merekalova, K.A. (2017) Landshaftnye issledovaniya v zapovednike «Utrish» [Landscape studies in the Utrish Reserve], *Nazemnye i prilegayushchie morskije ekosistemy poluostrova Abrau: struktura, bioraznoobrazie i okhrana*, Russia, pp. 43-67.

Rosstat. Turizm [Rosstat. Tourism] (2026) URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Turpotok_12-2025_4kv25.xlsx.

Simanov, A.A. (2023) Ispolzovanie globalnykh tsifrovyykh modeley relefa pri obrabotke gravimetricheskikh dannykh v gornoy mestnosti [Use of global digital elevation models in processing gravimetric data in mountainous terrain], *Gornoe ekho*, no. 4, pp. 68-72.

Tretiy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii [Third Assessment Report on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation] (2022) St. Petersburg, Naukoemkie tekhnologii, Russia, 676 p.

Shikhov, A.N., Gerasimov, A.P., Ponomarchuk, A.I., Perminova, E.S. (2020) *Tematicheskoe deshifirovanie i interpretatsiya kosmicheskikh snimkov srednego i vysokogo prostranstvennogo razresheniya* [Thematic decoding and interpretation of medium and high spatial resolution satellite images], Perm, PGNIU, Russia, 191 p.

FABDEM V1-2. URL: <https://data.bris.ac.uk/data/dataset/s5hqmjcdj8yo2ib-zi9b4ew3sn>.

Google Earth. URL: <https://www.google.com/earth/about/versions/>.

Google Earth Engine. URL: <https://earthengine.google.com/>.

SRTM. URL: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/srtm>.

Статья поступила в редакцию (Received): 17.07.2026.

Статья доработана после рецензирования (Revised): 18.08.2026.

Для цитирования / For citation:

Андреева, А. П. (2026) Разнообразие экосистем Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа и их современное состояние, *Экологический мониторинг и моделирование экосистем*, т. XXXVI, № 3-4, с. 69-89, doi: 10.24412/2782-3237-2025-1-2-69-89.

Andreeva, A.P. (2026) Ecosystem diversity on the Black Sea coast of the Northwest Caucasus and their current state, *Environmental Monitoring and Ecosystem Modelling*, vol. XXXVI, no. 3-4, pp. 69-89, doi: 10.24412/2782-3237-2026-3-4-69-89.