

**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ  
ЛАНДШАФТОВ/PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE  
GEOCHEMISTRY**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77>

**АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РАЗНООБРАЗИЯ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

Научная статья

**Андреева А.П.<sup>1,\*</sup>, Липка О.Н.<sup>2</sup>, Журавлева Н.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-4020-2419;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-8258-3005;

<sup>3</sup>ORCID : 0009-0002-5218-1280;

<sup>1,2</sup> Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (andalexandrap[at]yandex.ru)

**Аннотация**

С целью выделения единиц картографирования экосистем и их применения для конкретной территории проведен сравнительный анализ единиц организации природных систем от локального до глобального уровня в шести подходах. Синтезирован иерархический ряд экосистем, адаптированный для цели исследования: биогеоценоз — комплекс биогеоценозов (формация) — биом (региональный биом) — зонобиом (оробиом 1 порядка) — биогеографический пояс — биотическое царство — экосистемы суши и океана — биосфера. Картографический метод позволил сопоставить данные полевых геоботанических и ландшафтных исследований с литературными данными о флоре, растительности и природно-территориальных комплексах. По сочетанию высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склонов было выделено 72 экотопа на модельном низкогорном массиве Туапхат. Полученная мозаика была объединена с данными полевых исследований (около 300 описаний), материалами дистанционного зондирования и публикаций. Были созданы карты восстановленных и современных экосистем на уровне формаций с учетом восстановительных сукцессий. В настоящее время лесные экосистемы с господством сосны пицундской занимают территорию почти в 7 раз больше мест ее естественного произрастания за счет посадок на террасированных склонах. Дуб пушистый занимает около 56% его прежней территории, а дуб скальный — около 36%.

**Ключевые слова:** иерархия экосистем, комплекс биогеоценозов, растительная формация, картографирование экосистем, массив Туапхат.

**ANALYSIS OF APPROACHES FOR EVALUATION OF ECOSYSTEM DIVERSITY FOR MAPPING PURPOSES**

Research article

**Andreeva A.P.<sup>1,\*</sup>, Lipka O.N.<sup>2</sup>, Zhuravleva N.S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-4020-2419;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-8258-3005;

<sup>3</sup>ORCID : 0009-0002-5218-1280;

<sup>1,2</sup> Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (andalexandrap[at]yandex.ru)

**Abstract**

In order to identify ecosystem mapping units and their application for a specific territory, a comparative analysis of the units of natural systems organisation from local to global level was carried out in six approaches. A hierarchical series of ecosystems was synthesised and adapted for the purpose of the study: biogeocoenosis — biogeocoenosis complex (formation) — biome (regional biome) — zonobiome (1st order orobiome) — biogeographic belt — biotic kingdom — land and ocean ecosystems — biosphere. The cartographic method allowed to compare the data of field geobotanical and landscape studies with the literature data on flora, vegetation and natural-territorial complexes. Based on the combination of elevation, slope steepness and exposure, 72 ecotopes were identified in the model lowland massif of Tuapkhat. The obtained mosaic was combined with field survey data (about 300 descriptions), remote sensing materials and publications. Maps of restored and modern ecosystems at the formation level were created, taking into account restoration successions. At present, forest ecosystems dominated by *Pinus pityusa* occupy an area almost 7 times larger than its natural habitat due to plantings on terraced slopes. *Quercus pubescens* occupies about 56% of its former territory, and the *Quercus petraea* — about 36%.

**Keywords:** ecosystem hierarchy, biogeocoenosis complex, vegetation formation, ecosystem mapping, Tuapkhat massif.

**Введение**

Существует множество подходов к исследованию организации природных систем разного уровня: от сообществ микроорганизмов до Биосферы. При анализе данных для конкретной территории приходится обрабатывать не только разновременные, но и различающиеся по объектам и используемым классификациям материалы. Их обобщение требует выработки методики сопоставления и интеграции в единую систему, а при необходимости — трансформации данных, полученных с использованием одной классификации в другую классификацию, а также включения информации об отдельных компонентах в общую схему.

Картографические методы позволяют объединять визуализировать пространственную дифференциацию объектов разного типа, в том числе с учетом иерархической соподчиненности и временной изменчивости компонентов. Например, на основе карты растительности с учетом дополнительной информации можно построить ландшафтную карту или карту экосистем. Для этого должны быть выработаны принципы сопоставления информации и перевода из одной классификации со своей системой иерархических единиц в другую.

Целью настоящей работы является выделение единиц картографирования на основе анализа и синтеза подходов к организации природных систем на примере конкретной территории.

В качестве модели для исследования мы выбрали достаточно изученный участок Черноморского побережья Кавказа (низкогорный массив Туапхат между пос. Кабардинка и г. Геленджик, см. рис. 1), для которого имеются опубликованные материалы, начиная с XIX века [1], по флоре, растительности, ландшафтам, почвенному покрову, экосистемам. Проанализированные данные относились к разным иерархическим уровням — от локального до регионального, зачастую лишь по отдельным компонентам экосистем, в связи с чем, несмотря на разнообразие материалов и высокую изученность территории, возникает сложность в их интеграции и возможности картографирования.

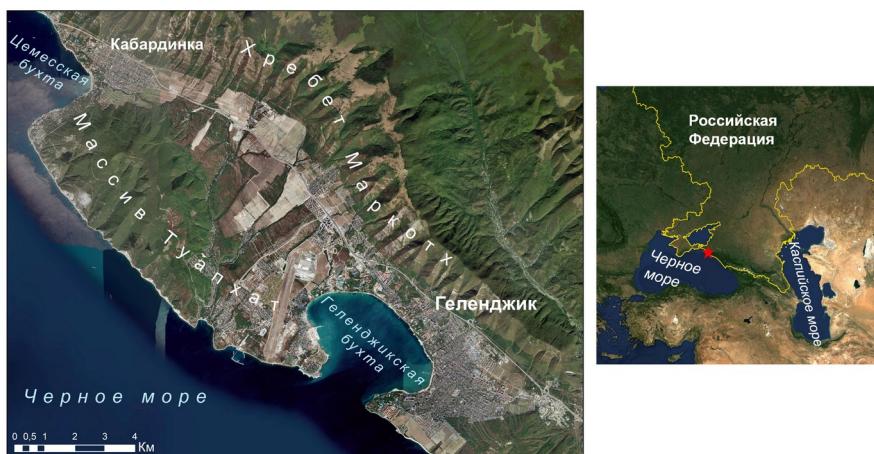


Рисунок 1 - Район исследования  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.1>

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) провести сравнительный анализ единиц организации природных систем по следующим подходам: экологогеографическому, ботанико-географическому, экологическому, ландшафтному, ландшафтно-экологическому и ботаническому;
- 2) выделить единицы картографирования, соответствующие природным особенностям и масштабу территории исследования, позволяющие осуществить синтез и максимально включить накопленные данные;
- 3) провести верификацию и уточнение информации о природных системах модельной территории на основе данных дистанционного зондирования и полевых исследований;
- 4) построить пробную карту экосистем на примере участка Черноморского побережья Кавказа с максимальным использованием опубликованной информации независимо от подхода и иерархического уровня исходных данных.

## **Материалы и методика**

### **2.1. Анализ подходов к исследованию и картографированию природных систем**

Анализировались публикации с конца XIX века до настоящего времени, содержащие ключевую терминологию и характеризующие иерархическую соподчиненность природных систем, а также информацию об экосистемах или их отдельных компонентах для модельной территории.

Картографические материалы, включающие территорию исследований, привязывались и переводились в проекцию WGS 84/UTM zone 37N в программе Qgis (версия 3.22.8).

### **2.2. Создание карты**

Авторами выполнено около 300 комплексных ландшафтных и геоботанических описаний в период с 2017 по 2024 гг. Для склонов использовался метод сплошных и пунктирных трансект.

Исходные данные дистанционного зондирования включают спутниковые снимки Sentinel-2 [2] в видимом и коротковолновом инфракрасном диапазоне (SWIR) пространственного разрешения 10 м, снимок Esri высокого разрешения (1 м), полученного в программе SAS.Планета [3].

Цифровая модель рельефа (ЦМР) была построена авторами в результате оцифровки фрагмента топографической карты Генерального штаба масштаба 1:50 000 [4] в программе Qgis.

## **Результаты и обсуждение**

### **3.1. Сравнительный анализ и сопоставление единиц организации природных систем**

В России и за рубежом широко распространены эколого-географический [5], [6], [7], ботанико-географический [8], экологический [9], [10], [11], [12], ландшафтный [13], ландшафтно-экологический [14] и ботанический [15] подходы к организации природных систем от локального до глобального уровня.

Термин биоценоз (или биотическое сообщество) введен Карлом Мебиусом [16] для описания всех организмов, что заселяют определенную территорию, и их взаимоотношений. По В.Н. Сукачеву биогеоценоз — участок земной поверхности, где на известном протяжении биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы остаются однородными и в совокупности образующими единый внутренне взаимообусловленный комплекс [17].

Понятие об экосистеме ввел А.Г. Тенсли, определив фундаментальную концепцию системы, включающую не только живые организмы, но и особенности их среды обитания, с которой они образуют одну физическую систему, непосредственно экосистему [18]. Р. Уиттэкер, рассматривая в своей работе подходы к классификации природных сообществ, дает следующее определение: «Экосистема — это функциональная система, состоящая из сообщества взаимодействующих организмов — растений, животных и сапробонов — и окружающей среды, воздействующей на них и находящейся под их влиянием» [19].

Понятия «экосистема» и «биогеоценоз» являются близкими понятиями, но не тождественными по содержанию [20], [21]. Термин «экосистема» используется для обозначения систем любой размерности с произвольным набором компонентов, обеспечивающих круговорот веществ на любом уровне организации живых организмов, а термин «биогеоценоз» отражает понятие об определенной территориальной единице биосфера [21].

Биогеоценоз может являться базовой единицей картографирования в иерархии экосистем [5], [6], [7], которому соответствует не только иерархически, но и географически фауна в классификации ландшафтов [13].

Ландшафтная фауна характеризуется однородными условиями местоположения и местообитания — сложена одной горной породой, обладает однообразным микроклиматом, одним видом почвы — и одним биоценозом [13]. В учении В.Б. Сочавы биогеоценоз и элементарная экосистема соответствуют физико-географической фауне [13], [20]. Однако В.Н. Сукачев высказывается против соотнесения и использования термина «фауна» взамен «биогеоценоза», сопоставляя их определения у разных авторов. В настоящей работе фауна рассматривается в предложенной А.Г. Исаченко интерпретации, а биогеоценоз — В.Н. Сукачевым, определения которых приведены выше.

В.Б. Сочавой было введено понятие «геосистемы» как природно-географического единства всех возможных категорий, от планетарной геосистемы (географической оболочки или географической среды в целом) до элементарной геосистемы (физико-географической фауны) [22]. Геосистема представляет собой «целое, состоящее из взаимосвязанных компонентов природы, подчиняющихся закономерностям, действующим в географической оболочке или ландшафтной сфере» [23], или «земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом» [24]. Таким образом, геосистемы — это открытые иерархически организованные динамические системы, и каждый уровень их иерархии представляет собой динамичную целостность с особой присущей им географической организацией [24]. Понятие «геосистемы» близко к определению «экосистемы» Тенсли и других авторов, но отличается четкой иерархичностью.

Природный территориальный комплекс (ПТК) — территория, обладающая определенным единством основных компонентов природы, обусловленным общностью происхождения и истории развития, своеобразием географического положения. ПТК представляет совокупность взаимосвязанных вещественно-энергетически природных компонентов: литогенной основы, воздушных масс, поверхностных и подземных вод, почв, растительности и животного мира в форме территориальных образований различного иерархического ранга: от фауны до ландшафтной оболочки [25], [26]. Иерархия ПТК была детально проработана Исаченко А.Г. [13]. В более поздних работах наметился переход к ландшафтно-экологическим единицам [14], которые сближаются с экосистемами соответствующего уровня.

В ботаническом подходе начальной единицей в организации природных систем является растительная ассоциация — растительные сообщества, фитоценозы, однородные по всем своим специфическим признакам [20]. Согласно разработанной В.Б. Сочавой классификации фитоценомеров, растительная ассоциация — низшая ступень подразделения фитосфера [15].

Формации стоят на грани регионального и локального уровня иерархии, представляют собой наиболее гомогенную региональную категорию растительного покрова, которую принято считать основным таксоном геоботанической классификации данного уровня. Формация характеризуется общими доминантными и детерминантными видами. Она подчиняет себе многообразие ассоциаций, их групп и классов [15].

Первое упоминание термина «биом» как синонима биотического сообщества встречается в работе Ф. Клементса и развивается им совместно с В.Э. Шелфордом [27]. Р. Уиттакер определяет биом как группировку сообществ, сходных по физиономии и по связанным с ними экологическим условиям в пределах одного континента или региона [19]. В современном понимании биом — сочетание конкретных экосистем разного иерархического уровня. Как экологическая единица подразделения биосфера зонобиом представлен региональным биомом и более мелкими его подсистемами (до биогеоценоза) [28]. Ботаническая характеристика биомов исходит из пространственной структуры растительного покрова, которая определяет структуру регионального биома (по соотношению площадей, занимаемых основными компонентами экосистемы). Приводится состав преобладающих, сопутствующих и специфичных экосистем — для преобладающих указывается состав основных формаций с перечислением фоновых и дифференциальных видов [7].

Перечисленные единицы иерархии экосистем относятся к локальному и региональному уровню. На глобальном уровне организации выделяются такие единицы, как пояса, регионы, области, царства, экосистемы крупных образований Земли и биосфера — высшая ступень организации экосистем.

Большинство исследователей сходятся на выделении в пространстве некой элементарной природной единицы, включающей биотические и абиотические компоненты и связи между ними: биогеоценоз [17], ландшафтная фауна

[13], растительная ассоциация [15] и др. Для решения задач описания и картографирования исследуемой территории мы будем характеризовать экосистемы, соответствующие данному уровню.

Также различные подходы согласуются в выделении единой природной системы высшего уровня — планетарной: биосфера [6], [9], ландшафтная оболочка [13], фитосфера как ее элемент [15], совокупность всех экосистем планеты Земля [29].

Далее выделяются пояса и зоны, соответствующие природно-климатическим особенностям территории, господствующему типу растительности и доминантному типу растений. В своей работе мы следуем концепции зонирования экосистем [5], [6], [7], включающей биогеографические пояса (уровень природного или климатического пояса), а ниже в иерархии — зонобиомы и оробиомы I-го порядка, соответствующие природным зонам. Район исследований относится к неморальному хвойно-широколиственному и широколиственнолесному оробиому I-го порядка [30].

Региональные биомы и оробиомы 3-го порядка [7], рассматриваются в нашей работе как биомы. Район исследований относится к восточной части Крымско-Новороссийского биома.

Наиболее сложным является подбор промежуточного звена между биоценозом и биомом, т.к. именно здесь различия между подходами достигают максимума. Речь идет о неком комплексе элементарных единиц (экосистем ранга биогеоценоза), но принципы их объединения различаются: природно-территориальные комплексы ранга «урочище» и «местность», растительная формация, комплекс биоценозов в понимании Г.Н. Огуреевой [6]. Для целей картографирования исследуемой территории мы в качестве иерархической единицы выделяем комплекс биогеоценозов, соответствующий растительным формациям по господствующим доминантным видам растений.

Таким образом, нами синтезирован следующий иерархический ряд экосистем, адаптированный для целей исследования: биогеоценоз — комплекс биогеоценозов (формация) — биом (региональный биом) — зонобиом (оробиом 1 порядка) — биогеографический пояс — биотическое царство — экосистемы суши и океана — биосфера. Соотношение с другими иерархическими системами и классификациями представлено в табл. 1. Отнесение к одному уровню не означает тождественность природных единиц разных подходов, но указывает на соответствие их по масштабу.

Таблица 1 - Приблизительное иерархическое соотношение природных систем в разных подходах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.2>

Уровни организаций	Сочава, 1972 [15]	Сочава, 1978 [24]	Сочава, 1978 [24]	Огуреева и др., 2020 [7]	Реймерс, 1992 [9]	Исаченко, 1991 [13]	Авторы
Глобальный	Фитосфера (часть биосферы)	Планетарная геосистема (географическая оболочка или эпигенема)			Биосфера	Географическая оболочка / Ландшафтная оболочка (биосфера-ее часть)	Биосфера
						Ландшафты суши и океана	Экосистемы суши и океана
	Свита типов растительности	Свита типов природной среды	Физико-географический пояс / группа физико-географических областей		Царство (биогеографическое)		Биотическое царство
		Тип природной среды (тип ландшафтов)	Субконтиент и составляющие его мегаположения		Биозона (природный пояс)	Физико-географический пояс (природный пояс)	Биогеографический пояс

Уровни организаций	Сочава, 1972 [15]	Сочава, 1978 [24]	Сочава, 1978 [24]	Огуреева и др., 2020 [7]	Реймерс, 1992 [9]	Исаченко, 1991 [13]	Авторы
		Класс геомов / подкласс геомов	Физико-географическая область с широтной зональностью / вертикальной поясностью			Ландшафтный сектор	
	Типы растительности	Группа геомов	Природная зона / группа провинций	Зонобиом / оробиом 1-го порядка	Биом	Ландшафтная зона (природная зона) / ландшафтная страна	Зонобиом / Оробиом 1 порядка
Региональный	Фратрии классов формаций / классы формаций / региональные конгломерации групп формаций	Подгруппа геомов	Подзона / провинция и подпровинция	Биом регионального уровня / региональный оробиом		Ландшафтная подзона / ландшафтная область / ландшафтная провинция и подпровинция	Биом
	Группы формаций	Геом / класс фаций	Макрогоехора (округ, ландшафт) / топогеография (район)		Биолокус (индивидуальный ландшафт)	Ландшафт (в районировании физико-географический район)	
Локальный	Формация / субформация / класс ассоциаций	Группа фаций	Мезогеографа (местность, группа урочищ)	Комплекс биогеоценозов / горный пояс	Биокомплекс (биогеоценотический комплекс)	Местность / урочище	Комплекс биогеоценозов
	Группа ассоциаций / ассоциация	Фация	Микрогоехора (урочище)	Биогеоценоз	Биогеоценоз	Ландшафтная фация	Биогеоценоз

### 3.2. Выбор единиц картографирования

Низкогорный массив Туапхат имеет протяженность около 10 км в направлении с северо-запада на юго-восток и 6 км в направлении с северо-востока на юго-запад. В ходе полевых исследований описывались биогеоценозы. Карта экосистем строилась в масштабе 1:50 000, что соответствует уровню формаций как комплексов биогеоценозов в качестве основных единиц картографирования.

### 3.3. Построение основы для карты экосистем

Векторная ЦМР для карты экосистем была построена авторами в результате оцифровки участка топографической карты Генштаба масштаба 1:50 000 (см. рис. 2).

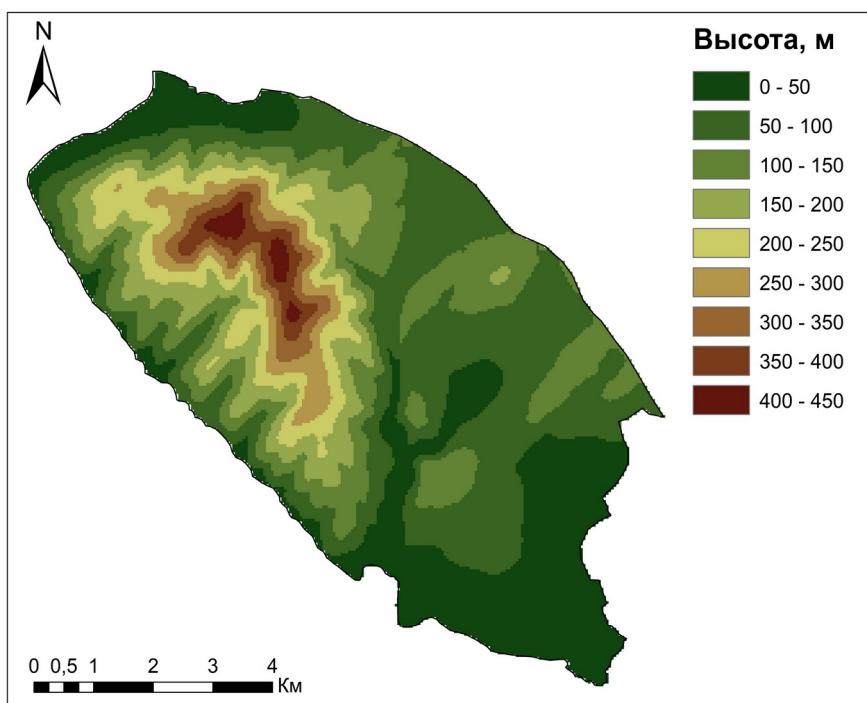


Рисунок 2 - Гипсометрическая карта на основе ЦМР масштаба 1:50 000 для территории массива Туапхат  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.13>

Специфику перераспределения соотношения тепла и влаги в горных экосистемах можно оценить на основе положения в рельефе. Каждому сочетанию экспозиции и уклона на определенной высоте над уровнем моря соответствуют одинаковые условия тепло- и влагообеспеченности, что отражается в растительности и почвенном покрове. На основе ЦМР были построены карты экспозиции основных элементов рельефа в 8 рубежах (см. рис. 3а) и их крутизны следующих градаций: 0–4° — плоские, 4–10° — покатые склоны, 10–20° — пологие склоны, 20–30° — средней крутизны, 30–45° — крутые склоны по [31] (см. рис. 3б). Более крутые склоны свойственны некоторым береговым клифам, но в масштабе 1:50 000 не выражаются.

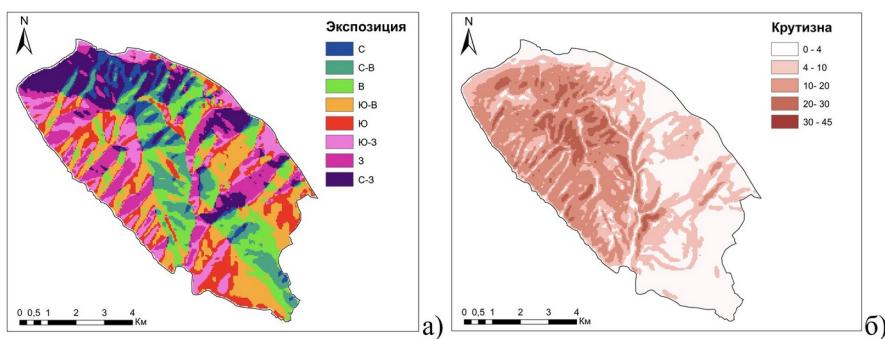


Рисунок 3 - Производные карты на основе ЦМР: экспозиции (а) и крутизны (б) для территории массива Туапхат  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.4>

Совмещенные данные о крутизне и экспозиции (см. рис. 4) были наложены на высотные уровни с шагом в 50 м. В результате была получена карта распределения экотопов, включающая 72 варианта. Каждому выделу на карте был присвоен свой номер (Id), определена принадлежность к соответствующему экотопу и сформирована исходная база данных для картографирования экосистем.

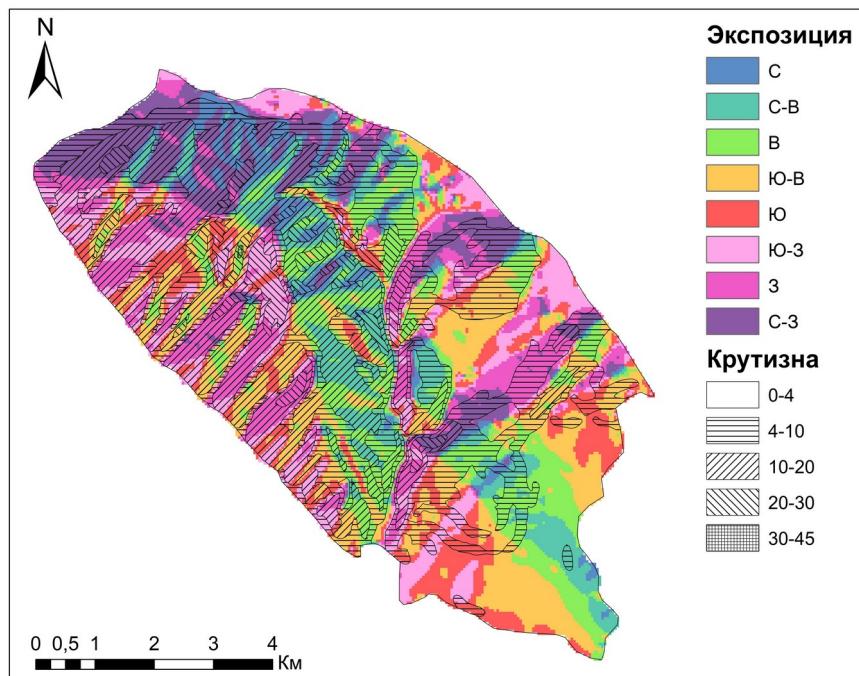


Рисунок 4 - Совмещенная карта экспозиции и крутизны элементов рельефа массива Туапхат  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.14>

Полученная карта была обрезана по слою с современной застройкой и сельскохозяйственными угодьями на основе данных дистанционного зондирования, ограничив объект исследований малонарушенными экосистемами.

По данным дистанционного зондирования (снимки Sentinel в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах) были разделены лесные и нелесные экосистемы (включая гари в разной степени зарастания), хвойные, смешанные и широколиственные леса, а также участки, подвергшиеся террасированию для посадки сосны пицундской (*Pinus pityusa*).

В 60-е гг., в рамках программы восстановления лесов склоны массива террасировались, на них производились посадки сосны пицундской и крымской (*P. pallasiana*) на месте сосновых, дубовых и смешанных лесов. На снимках высокого разрешения хорошо читается специфическая структура: четкие ряды сосен или полосы террас поперек склонов.

#### 3.4. Включение опубликованных литературных и картографических материалов

Варианты экотопов сопоставлялись с данными полевых исследований авторов, дополнялись на основе литературных (растительность [32], [35], [38], [39]; флора [38], [41], [43]; ландшафты [44], [46], [48], [49]; экосистемы [50]) и картографических ([51], карта существенно устарела в связи с многочисленными нарушениями экосистем, кроме того, были обнаружены неточности при новых полевых обследованиях) материалов. В результате для каждого варианта экотопа была подобрана соответствующая малонарушенная экосистема и составлена карта восстановленных экосистем на уровне формаций (см. рис. 5).

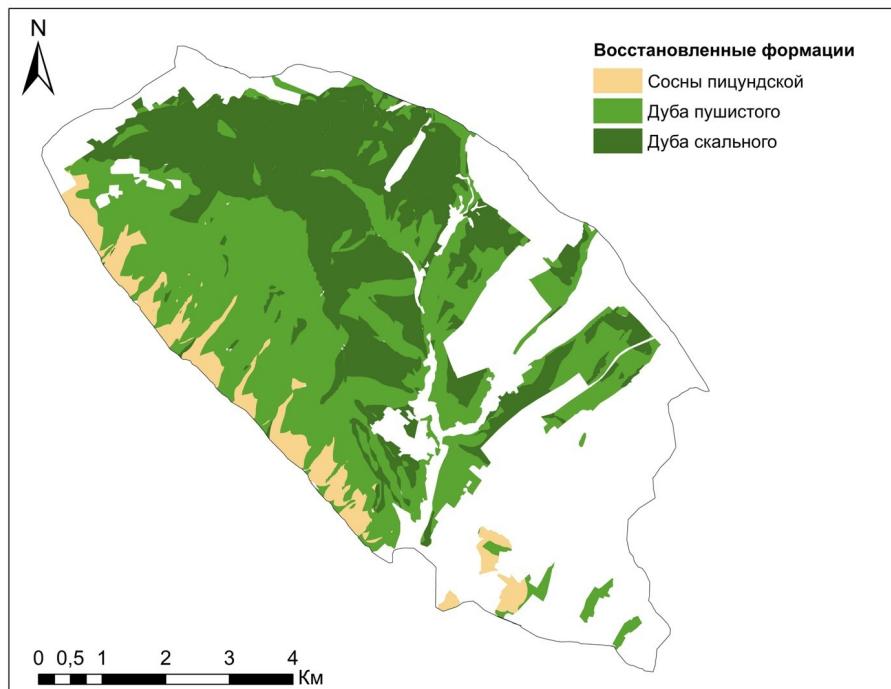


Рисунок 5 - Карта восстановленных экосистем массива Туапхат  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.6>

Низкогорный массив Туапхат находится в пределах лесного пояса и характеризуется разнообразием экосистем различной сомкнутости. Исключение составляют экосистемы петрофитов на крутых склонах. Цветом на карте (см. рис. 5) отражены основные лесные формации в районе исследования: сосны пицундской, дуба пушистого (*Quercus pubescens*) и дуба скального (*Q. petraea*). Остальные древесные породы не формируют крупных лесных массивов (например, ольха бородатая (*Alnus barbata*) по долинам рек и временных водотоков) и являются сопутствующими. Экосистемы крутых склонов, узких долин (щели), а также можжевеловые леса и редколесья практически не выражены в данном масштабе (1:50 000).

Эти же формации преобладают на территории массива Туапхат и в настоящее время, но подверглись за долгую историю освоения территории различным нарушениям. Для карты современных экосистем на основе полевых исследований мы выделили четыре градации по степени нарушенности.

1. Условнокоренные (ненарушенные или мало нарушенные экосистемы) — доминируют основные лесообразующие породы деревьев, участие вторичных пород (грабинник, реже — ясень и дуб пушистый) ниже 50% по количеству стволов.

2. Короткoproизводные — сопутствующая порода составляет 50% и более, но основная присутствует в первом ярусе, имеется ее подрост. К данной категории отнесены также посадки сосны пицундской в местах ее естественного произрастания, т.к. доминирующая порода не изменилась.

3. Длительнопроизводные — в экосистемах есть подрост основной породы, но взрослые деревья отсутствуют. К данной категории также относятся посадки сосны пицундской на месте дубовых и можжевеловых лесов и редколесий.

4. Сильно нарушенные экосистемы — редины и луговины на месте лесов, иногда с единичными сохранившимися деревьями, зарастающие кустарниковой растительностью.

Сады и виноградники рассматриваются как антропогенно поддерживаемые сильно нарушенные экосистемы. При изменении режима землепользования начинается процесс восстановления экосистем, близких к коренным.

Характеристика степени нарушенности обозначена на карте современного состояния экосистем штриховкой (см. рис. 6).

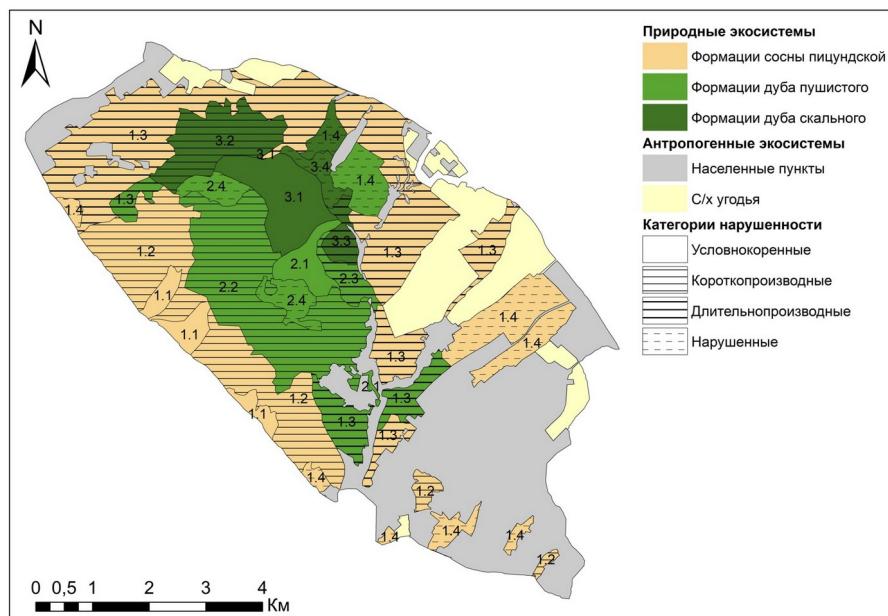


Рисунок 6 - Карта современного состояния экосистем массива Туапхат  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.7>

Для комплексов экосистем каждой формации был составлен последовательный ряд производных сообществ в зависимости от степени нарушенности и участия господствующей древесной породы (см. табл. 2).

Таблица 2 - Производные экосистемы для основных формаций массива Туапхат

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.8>

Формации	Категории нарушенности			
	1	2	3	4
	Условнокоренные	КороткоПроизводные	ДлительноПроизводные	Сильно нарушенные
Хвойные				
1. Сосна пицундская ( <i>P. pityusa</i> )	1.1 Сосновый лес, иногда с выраженным кустарниковым ярусом, долей сопутствующей породы менее 50% или мертвопокровный	1.2 Сосновый лес с можжевельником, дубом пушистым, дубом скальным или грабинником. Посадки на террасированных склонах в местах естественного произрастания	1.3 Посадки сосны на террасированных склонах на месте произрастания других пород. Пушистодубовый грабинниковый лес на месте соснового	1.4 Остепненные участки с единичной сосной, дубом пушистым и грабинником, встречается сумах и держидерево
Широколиственные				
2. Дуб пушистый ( <i>Q. pubescens</i> )	2.1 Пушистодубовый, часто разнотравный лес	2.2 Пушистодубовый с можжевельником, сосновой, грабинником или ясенем лес	2.3 Грабинниковый с подростом дуба пушистого, иногда сосновы лес	2.4 Остепненные участки и кустарниковые сообщества с подростом дуба, сосновы и грабинника
3. Дуб скальный ( <i>Q. petraea</i> )	3.1 Скальнодубовый, часто разнотравный лес	3.2 Скальнодубовый лес с ясенем и грабинником или скальнодубово-грабинниковый лес	3.3 Грабово-грабинниковый с ясенем с подростом дуба лес	3.4 Разнотравные мезофильные луга на месте бывших фруктовых и ореховых садов

В настоящее время лесные экосистемы и их производные занимают более 60% территории массива Туапхат. Остальная часть приходится на территории населенных пунктов (28%) и сельскохозяйственные угодья (10%) (см. рис. 7).

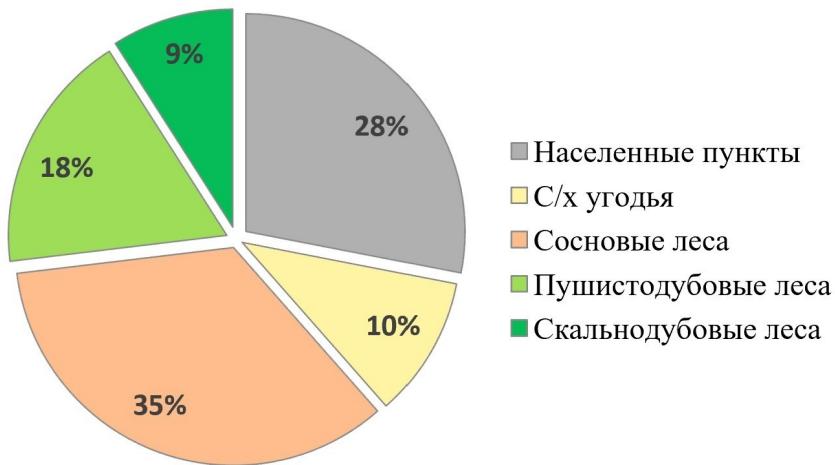


Рисунок 7 - Соотношение природных и антропогенных экосистем  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.9>

Картографический метод исследований позволяет сопоставить контура восстановленных формаций экосистем с современными. Условнокоренные формации сосны пицундской занимают достаточно небольшие площади на южных склонах массива. Значительная часть, которую занимает сосна в современное время, была высажена на месте сообществ дуба пушистого на южном макросклоне и дуба скального на северном. Дуб пушистый занимает значительную часть южного макросклона массива, в то время как дуб скальный — почти весь северный макросклон.

Формации сосны пицундской занимают в настоящее время 35% от общей площади территории массива Туапхат, встречаются как на южном макросклоне, так и на северном (исключительно в виде посадок) на высотах от 50 до 200 м. Отдельные сосны выходят на крутые скальные береговые склоны и произрастают в узких долинах временных водотоков (щелях), поэтому в некоторых случаях нижняя граница их распространения смещается практически к уровню моря.

Естественные сосновые леса произрастают преимущественно на склонах южной, юго-западной, юго-восточной и западной экспозиций крутизной 4-20°. Посадки сосны на террасированных склонах часто занимают северные, северо-восточные, северо-западные и восточные склоны той же крутизны.

Условнокоренные (естественные) сообщества сосны сохранились на участках южного макросклона, расположенных наиболее близко к морю. Они представлены сосновыми разнотравно-злаковыми лесами, иногда со скумпиеей (*Cotinus coggygria*) в кустарниковом ярусе, жасмином кустарниковым (*Jasminum fruticans*) и иглицей (*Ruscus aculeatus*). Также встречаются мертвопокровные сосновые леса с единичным подростом скумпии или дуба пушистого.

Значительная часть южного макросклона занята короткопроизводными сообществами сосны. В них прослеживаются следы нарушений, связанных главным образом с пожарами и антропогенным воздействием — в качестве индикатора выступают грабинник (*Carpinus orientalis*), сумах (*Rhus coriaria*) и держи-дерево (*Paliurus spinachristi*), а также многочисленные костища, измененный микрорельеф склонов (подрезанные и выровненные поверхности под палатки), вытоптанные участки и мусор. В некоторых случаях экосистемы посадок сосны в местах ее естественного произрастания по видовому составу малоотличимы от малонарушенных экосистем с доминированием сосны.

Посадки сосны на террасированных склонах отнесены преимущественно к длительнопроизводным сообществам — это сообщества, которые имеют хорошо выраженный кустарниковый ярус и подрост основной породы (дуба). Они занимают до 8,5 км<sup>2</sup> района исследования. При выпадении сосны из состава древостоя в результате пожаров или других нарушений экосистемы переходят в категорию длительнопроизводных и сильнонарушенных дубовых лесов.

Дуб пушистый (18% исследуемой территории) произрастает не только на южном, но и на северном макросклоне массива, выступая как сопутствующая порода в нижней его части. Экосистемы занимают склоны восточной и юго-восточной, реже северной и северо-восточной экспозиции крутизной 0-20°. В короткопроизводных сообществах дуба пушистого встречаются подрост сосны пицундской, можжевельник (*Juniperus excelsa*, *J. oxycedrus*, *J. foetidissima*), грабинник и ясень (*Fraxinus excelsior*).

Дуб скальный (занимает 9% территории массива) произрастает главным образом на северном макросклоне, занимая более крутые места обитания (10-30°), чем дуб пушистый, на высотах от 100 до 400 м. К короткопроизводным отнесены экосистемы дуба скального с высоким участием ясения и грабинника. Местами на месте скальнодубовых лесов были высажены фруктовые сады и сады из грецкого ореха (*Juglans regia*), которые в настоящее время находятся

в стадии зарастания мезофитной луговой растительностью с участием злаков. Обнаружен подрост ясения, одичавшей яблони, сливы.

Таким образом, в настоящее время сосна пицундская занимает территорию почти в 7 раз больше ее естественного распространения (см. рис. 8). Однако большая часть ее формации — посадки, которые замещают участки естественного распространения дуба. В настоящее время дуб пушистый занимает около 56% его прежней территории, а дуб скальный — около 36%.

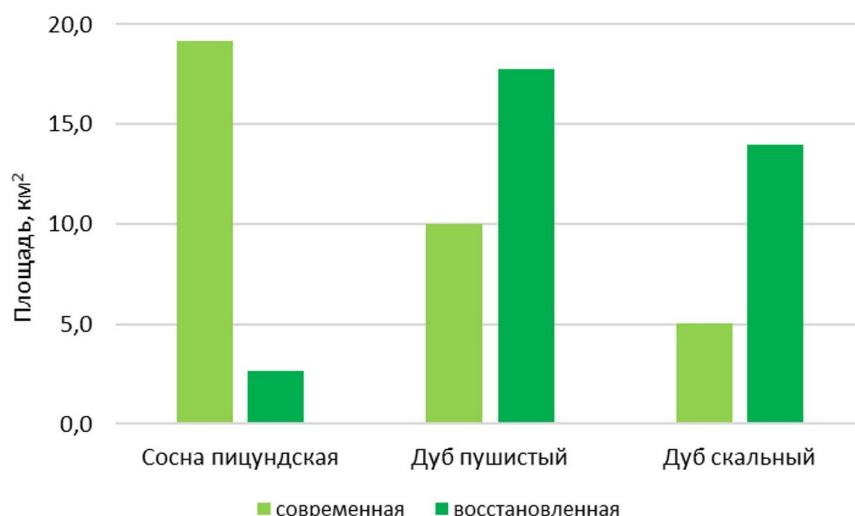


Рисунок 8 - Соотношение площадей современных и восстановленных растительных формаций массива Туапхат

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.77.10>

## Заключение

В результате анализа шести основных подходов к организации природных единиц был составлен иерархический ряд экосистем: биогеоценоз — комплекс биогеоценозов — биом — зонобиом (орбиом 1 порядка) — биogeографический пояс — биотическое царство — экосистемы суши и океана — биосфера. В качестве основной единицы картографирования экосистем выбран комплекс биогеоценозов [5], [7], который авторы соотнесли с понятием «формация», принятым в ботаническом подходе [15].

Для картографирования экосистем была построена цифровая модель рельефа. С ее помощью было выделено 72 экотопа по высоте над уровнем моря, экспозиции и крутизне склонов.

Наложение экотопов на данные дистанционного зондирования и геопривязанные точки полевых исследований, включение данных опубликованных картографических и литературных материалов позволило определить исходные малонарушенные экосистемы на уровне формаций. Были построены ряды производных экосистем в зависимости от степени нарушенности.

Для территории массива Туапхат были построены карты восстановленных и современных экосистем с учетом степени их нарушенности. При картографировании использовано более 20 источников информации о флористическом районировании, растительности и ландшафтах модельной территории, а также около 300 полевых описаний авторов.

С применением картографического метода выполнена сравнительная оценка площадей, занятых экосистемами основных формаций хвойных и широколиственных лесов в настоящее время и на основе восстановления соответствующих им экологических условий. В настоящее время сосна пицундская занимает территорию почти в 7 раз больше ее естественного распространения, однако большая часть территории — посадки, которые замещают участки естественного распространения дуба. Дуб пушистый занимает около 56% его прежней территории, а дуб скальный — около 36%.

Данную методику можно успешно применять для анализа и синтеза информации о природных системах из различающихся по подходам и классификациям источников литературных и картографических материалов.

## Конфликт интересов

Не указан.

## Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

## Conflict of Interest

None declared.

## Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

## Список литературы / References

1. Липский В.И. Флора Кавказа: Свод сведений о флоре Кавказа за двухсотлетний период ее исследования, начиная от Турнефора и кончая XIX в / В.И. Липский. — Санкт-Петербург: Герольда, 1899. — 584 с.
2. United States Geological Survey (USGS). — 2025. — URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed: 21.03.25)
3. SASGIS. Веб-картография и навигация. — 2025. — URL: <https://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 21.03.25)
4. Карты генштаба. Архив топографических карт. — 2025. — URL: <https://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 21.03.25)
5. Котова Т.В. Биогеографические подходы в экологическом картографировании. / Т.В. Котова, Г.Н. Огуреева // Геоботаническое картографирование. — 2007. — 1. — С. 23–31.
6. Огуреева Г.Н. Эколо-географический подход к изучению разнообразия и географии наземных экосистем. / Г.Н. Огуреева // Вопросы географии. — 2012. — 134. — С. 58–81.
7. Огуреева Г.Н. Биоразнообразие биомов России. Равнинные биомы / Г.Н. Огуреева, Н.Б. Леонова, И.М. Микляева и др. — М.: ИГКЭ, 2020. — 623 с.
8. Лавренко Е.М. Об очередных задачах изучения географии растительного покрова в связи с ботанико-географическим районированием. / Е.М. Лавренко // Основные проблемы современной геоботаники. — 1968. — 1. — С. 45–69.
9. Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология / Н.Ф. Реймерс. — М.: Россия молодая, 1992. — 367 с.
10. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии: учебное пособие / А.К. Бродский. — Санкт-Петербург: ДЕАН, 2000. — 224 с.
11. Bailey R.G. Explanatory supplement to ecoregions of the continents. / R.G. Bailey // Environmental Conservation. — 1989. — 16(4). — P. 25–47.
12. Olson D.M. Terrestrial ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. / D.M. Olson, E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake et al. // Bioscience. — 2001. — 51(11). — P. 933–938.
13. Исаченко А.Г. Ландшафтovedение и физико-географическое районирование: учебное пособие / А.Г. Исаченко. — М.: Высшая школа, 1991. — 366 с.
14. Исаченко А.Г. Экологическая география России / А.Г. Исаченко. — Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2001. — 328 с.
15. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем. / В.Б. Сочава // Геоботаническое картографирование. — 1972. — 1. — С. 3–17.
16. Möbius K.A. Die Auster und die Austernwirthschaft / K.A. Möbius. — Berlin: Verlag von Wiegandt, Hemple & Parey, 1877. — 126 s.
17. Сукачев В.Н. Биогеоценология и фитоценология. / В.Н. Сукачев // Доклады Академии наук СССР. — 1945. — 47(6). — С. 447–449.
18. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. / A.G. Tansley // Ecology. — 1935. — 16(3). — P. 284–307.
19. Whittaker R.H. Classification of natural communities. / R.H. Whittaker // The Botanical Review. — 1962. — 28. — P. 1–239.
20. Сукачев В.Н. Основы лесной биогеоценологии / В.Н. Сукачев. — М.: Наука, 1964. — 574 с.
21. Григорьева Е.А. Современное понимание системных понятий и терминов в экологии. / Е.А. Григорьева, А.И. Григорьев // Омский научный вестник. — 2012. — 2(106). — С. 152–155.
22. Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии. / В.Б. Сочава // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. — 1963. — 3. — С. 50–59.
23. Сочава В.Б. Геотопология как раздел учения о геосистемах. / В.Б. Сочава // Топологические аспекты учения и геосистемах. — 1974. — 1. — С. 3–86.
24. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
25. Николаев В.А. Ландшафтovedение. Семинарские и практические занятия / В.А. Николаев. — М.: МГУ, 2006. — 208 с.
26. Низовцев В.А. Природный территориальный комплекс [Электронный ресурс] / В.А. Низовцев // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал. — 2023. — URL: <https://bigenc.ru/c/prirodnyi-territorial-nyi-kompleks-999831/?v=8907638>. (дата обращения: 21.03.25)
27. Clements F.E. Bio-ecology / F.E. Clements, V.E. Shelford. — New York, London: J. Wiley & Sons, Chapman & Hall, 1939. — 425 p.
28. Огуреева Г.Н. Биом – базовая единица оценки биоразнообразия и мониторинга растительного покрова / Г.Н. Огуреева // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений: материалы международной научной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси Е. А. Сидоровича; под ред. Рупасовой Ж.А. — Минск: ИВЦ Минфина, 2023. — С. 90–92.
29. Olson D.M. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. / D.M. Olson, E. Dinerstein // Annals of the Missouri Botanical garden. — 2002. — 1. — P. 199–224.
30. Биомы России. Карта. Масштаб 1:7 500 000 / Под ред. Г.Н. Огуревой. — М.: МГУ, РГО, 2018.
31. Беручашвили Н.Л. Методы комплексных физико-географических исследований / Н.Л. Беручашвили, В.К. Жучкова. — М.: МГУ, 1997. — 320 с.

32. Литвинская С.А. Раствительность Черноморского побережья России (Средиземноморский анклав) / С.А. Литвинская. — Краснодар, 2004. — 120 с.
33. Литвинская С.А. Раствительность Северного Кавказа. / С.А. Литвинская // Географические исследования Краснодарского края. — 2009. — 1. — С. 161–169.
34. Алейникова А.М. Сукцессионные смены растительности гаревых лесов из сосны пицундской на западной оконечности Черноморского побережья Кавказа (между Цемесской и Геленджикской бухтами). / А.М. Алейникова, В.В. Крыленко, О.Н. Липка // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2012. — 2. — С. 26–31.
35. Крыленко С.В. Естественное восстановление прибрежных растительных сообществ сосны пицундской после лесных пожаров. / С.В. Крыленко, А.М. Алейникова, В.В. Крыленко // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2015. — 2. — С. 26–32.
36. Геращенко И.Н. География растительного покрова Краснодарского Причерноморья. / И.Н. Геращенко. // Новая наука: современное состояние и пути развития : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под ред. Вострецова А.И. — Астана: Мир науки, 2017. — С. 245–250.
37. Крыленко С.В. Статистический анализ зависимости растительных сообществ клифов массива Туапхат от типа субстрата и степени влияния экзогенных процессов / С.В. Крыленко, А.И. Лукиных // Геодинамические процессы и природные катастрофы : тезисы докладов IV Всероссийской научной конференции с международным участием; под ред. Богомолова Л.М. — Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2021. — С. 162.
38. Пикалова Н.А. Флора и растительность черноморских обрывов полуострова Дооб / Н.А. Пикалова, Ю.А. Шумакова // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана : сборник тезисов II Всероссийской научно-практической школы-конференции; под ред. Коробушкина Д.И. — Курортное: Институт природно-технических систем, 2020. — С. 165–166.
39. Пикалова Н.А. Редкие виды растительных сообществ массива Туапхат / Н.А. Пикалова, Ю.А. Постарнак, С.В. Крыленко // Актуальные проблемы геоэкологии и природопользования : материалы II Всероссийской научно-практической конференции; под ред. Беликова М.Ю. — Краснодар: Кубанский государственный университет, 2021. — С. 169–175.
40. Зернов А.С. Флора северо-западного Кавказа / А.С. Зернов. — М.: КМК, 2006. — 664 с.
41. Попович А.В. Новые и редкие виды сосудистых растений флоры Северо-Западного Кавказа. / А.В. Попович // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. — 2017. — 3. — С. 69–72.
42. Литвинская С.А. Флорофитоценотическое разнообразие Западного Кавказа. / С.А. Литвинская // Юг России: экология, развитие. — 2020. — 1(54). — С. 37–48.
43. Пикалова Н.А. Ценофлора береговой зоны массива Туапхат / Н.А. Пикалова, С.В. Крыленко // Актуальные проблемы геоэкологии и природопользования : Материалы I Всероссийской научно-практической конференции; под ред. Беликова М.Ю. — Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. — С. 143–146.
44. Крыленко В.В. Анализ устойчивости естественных и техногенных ландшафтов Черноморского побережья России к воздействию ливней экстремальной интенсивности (на примере ливня 6–7 июля 2012 г.). / В.В. Крыленко, О.Н. Липка, А.М. Алейникова // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2012. — 4. — С. 82–92.
45. Андреева А.П. Ландшафтная структура прибрежной зоны Геленджикского района и факторы ее формирования. / А.П. Андреева. // Морские исследования и образование (MARESEDU-2019) : труды VIII Международной научно-практической конференции; — М.: ПолиПРЕСС, 2019. — С. 91–95.
46. Алейникова А.М. Ландшафтная структура береговых обрывов Черноморского побережья Кавказа. / А.М. Алейникова, О.Н. Липка, М.В. Крыленко // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2019. — 4. — С. 298–306.
47. Алейникова А.М. Природно-территориальные комплексы береговых обрывов Черноморского побережья Кавказа / А.М. Алейникова, А.А. Алейников, О.Н. Липка и др. // Наземные и морские экосистемы Причерноморья и их охрана : сборник тезисов II Всероссийской научно-практической школы-конференции; под ред. Коробушкина Д.И. — Курортное: Институт природно-технических систем, 2020. — С. 21–22.
48. Фейгина Н. Флишевые формации черноморского побережья как основа формирования абразионных ПТК. / Н. Фейгина, Е.В. Станис, Крыленко Крыленко. // Морские исследования и образование (MARESEDU-2019) : труды VIII Международной научно-практической конференции; — М.: ПолиПРЕСС, 2020. — С. 247–250.
49. Алейникова А.М. Опыт детального ландшафтного картографирования морских абразионных берегов Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. / А.М. Алейникова, О.Н. Липка, А.П. Андреева и др. // Геополитика и экогеодинамика регионов. — 2021. — 7(2). — С. 108–116.
50. Крыленко М.В. Мониторинг экосистем морских абразионных берегов Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. / М.В. Крыленко, А.М. Алейникова, А.П. Андреева и др. // Экологический мониторинг и моделирование экосистем. — 2021. — 32(3-4). — С. 33–57.
51. Липка О.Н. Ботаническое разнообразие и современное состояние растительности хребта Маркотх: Северо-Западный Кавказ dis. ...канд. Natural sciences: 25.00.23 / О.Н. Липка. — Москва. — 164 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Lipskij V.I. Flora Kavkaza: Svod svedenij o flore Kavkaza za dvuxsotletnij period ee issledovaniya, nachinaya ot Turnefora i konchaya XIX v [The Flora of the Caucasus: A compendium of the Caucasian flora over a two hundred year period of study, from Tournefort to the XIXth century] / V.I. Lipskij. — Saint Petersburg: Gerol'da, 1899. — 584 p. [in Russian]

2. United States Geological Survey (USGS). — 2025. — URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed: 21.03.25)
3. SASGIS. Veb-kartografiya i navigatsiya [SASGIS. Web mapping and navigation]. — 2025. — URL: <https://www.sasgis.org/sasplaneta/> (accessed: 21.03.25) [in Russian]
4. Karti genshtaba. Arkhiv topograficheskikh kart [Maps of the General Staff. Archive of topographic maps]. — 2025. — URL: <https://www.sasgis.org/sasplaneta/> (accessed: 21.03.25) [in Russian]
5. Kotova T.V. Biogeograficheskie podxody' v e'kologicheskem kartografirovani [Biogeographic approaches to ecological mapping]. / T.V. Kotova, G.N. Ogureeva // Geobotanical mapping. — 2007. — 1. — P. 23–31. [in Russian]
6. Ogureeva G.N. E'kologo-geograficheskij podxod k izucheniyu raznoobraziya i geografii nazemny'x e'kosistem [Ecologic-geographical approaches to studying of a variety and geography of terrestrial ecosystems]. / G.N. Ogureeva // Problems of geography. — 2012. — 134. — P. 58–81. [in Russian]
7. Ogureeva G.N. Bioraznobrazie biomov Rossii. Ravninny'e biomy' [Biodiversity of Russia biomes. Plain biomes] / G.N. Ogureeva, N.B. Leonova, I.M. Miklyaeva et al. — M.: IGKE', 2020. — 623 p. [in Russian]
8. Lavrenko E.M. Ob ocheredny'x zadachax izucheniya geografii rastitel'nogo pokrova v svyazi s botaniko-geograficheskim rajonirovaniem [On the next tasks of studying the geography of vegetation in connection with botanical and geographical zoning]. / E.M. Lavrenko // The main problems of modern geobotany. — 1968. — 1. — P. 45–69. [in Russian]
9. Rejmers N.F. Nadezhdy' na vy'zhivanie chelovechestva. Konceptual'naya e'kologiya [Hopes for the Survival of Humanity. Conceptual Ecology] / N.F. Rejmers. — M.: Rossiya molodaya, 1992. — 367 p. [in Russian]
10. Brodskij A.K. Kratkij kurs obshhej e'kologii: uchebnoe posobie [Short course in general ecology: textbook] / A.K. Brodskij. — Saint Petersburg: DEAN, 2000. — 224 p. [in Russian]
11. Bailey R.G. Explanatory supplement to ecoregions of the continents. / R.G. Bailey // Environmental Conservation. — 1989. — 16(4). — P. 25–47.
12. Olson D.M. Terrestrial ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. / D.M. Olson, E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake et al. // Bioscience. — 2001. — 51(11). — P. 933–938.
13. Isachenko A.G. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie: uchebnoe posobie [Landscape science and physical and geographical zoning: textbook] / A.G. Isachenko. — M.: Vy'sshaya shkola, 1991. — 366 p. [in Russian]
14. Isachenko A.G. Ekologicheskaya geografiya Rossii [Ecological geography of Russia] / A.G. Isachenko. — Saint-Petersburg: St. Petersburg State University Publishing House, 2001. — 328 p. [in Russian]
15. Sochava V.B. Klassifikaciya rastitel'nosti kak ierarxiya dinamicheskix sistem [Vegetation Classification as a Hierarchy of Dynamic Systems]. / V.B. Sochava // Geobotanical Mapping. — 1972. — 1. — P. 3–17. [in Russian]
16. Möbius K.A. Die Auster und die Austernwirtschaft [The oyster and the oyster industry]: / K.A. Möbius. — Berlin: Publishing house of Wiegandt, Hemple & Parey, 1877. — 126 p. [in German]
17. Sukachev V.N. Biogeocenologiya i fitocenologiya [Biogeocenology and phytocenology]. / V.N. Sukachev // Proceedings of the USSR Academy of Sciences. — 1945. — 47(6). — P. 447–449. [in Russian]
18. Tansley A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. / A.G. Tansley // Ecology. — 1935. — 16(3). — P. 284–307.
19. Whittaker R.H. Classification of natural communities. / R.H. Whittaker // The Botanical Review. — 1962. — 28. — P. 1–239.
20. Sukachev V.N. Osnovy' lesnoj biogeocenologii [Fundamentals of forest biogeocenology] / V.N. Sukachev. — M.: Nauka, 1964. — 574 p. [in Russian]
21. Grigor'eva E.A. Sovremennoe ponimanie sistemny'x ponyatiij i terminov v e'kologii [Up-to-date understanding of systematic concepts and terms in ecology]. / E.A. Grigor'eva, A.I. Grigor'ev // Omsk Scientific Bulletin. — 2012. — 2(106). — P. 152–155. [in Russian]
22. Sochava V.B. Opredelenie nekotory'x ponyatiij i terminov fizicheskoy geografii [Definition of some concepts and terms of physical geography]. / V.B. Sochava // Reports of the Institute of Geography of Siberia and the Far East. — 1963. — 3. — P. 50–59. [in Russian]
23. Sochava V.B. Geotopologiya kak razdel ucheniya o geosistemax [Geotopology as a Section of the Geosystems Study]. / V.B. Sochava // Topological Aspects of the Geosystems Study. — 1974. — 1. — P. 3–86. [in Russian]
24. Sochava V.B. Vvedenie v uchenie o geosistemax [Introduction to the Geosystems study] / V.B. Sochava. — Novosibirsk: Nauka, 1978. — 318 p. [in Russian]
25. Nikolaev V.A. Landshaftovedenie. Seminarskie i prakticheskie zanyatiya [Landscape science. Seminars and practical classes] / V.A. Nikolaev. — M.: MGU, 2006. — 208 p. [in Russian]
26. Nizovcev V.A. Prirodny'j territorial'ny'j kompleks [Landscape unit] [Electronic source] / V.A. Nizovcev // The Great Russian Encyclopedia: scientific and educational portal. — 2023. — URL: <https://bigenc.ru/c/prirodnyi-territorial-nyi-kompleks-999831/?v=8907638>. (accessed: 21.03.25) [in Russian]
27. Clements F.E. Bio-ecology / F.E. Clements, V.E. Shelford. — New York, London: J. Wiley & Sons, Chapman & Hall, 1939. — 425 p.
28. Ogureeva G.N. Biom – bazovaya yedinitsa otsenki bioraznobraziya i monitoringa rastitel'nogo pokrova [Biome – a basic unit for assessing biodiversity and monitoring vegetation cover] / G.N. Ogureeva // Theoretical and applied aspects of organizing, conducting and using monitoring observations: Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of Corresponding Member of the NAS of Belarus E. A. Sidorovich; edited by Rupasovoi Zh.A. — Minsk: IVC of the Ministry of Finance, 2023. — P. 90–92. [in Russian]
29. Olson D.M. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. / D.M. Olson, E. Dinerstein // Annals of the Missouri Botanical garden. — 2002. — 1. — P. 199–224.
30. Biomy Rossii. Karta. Masshtab 1:7 500 000 [Biomes of Russia. Map. Scale 1:7 500 000] / Ed. by G.N. Ogureeva. — M.: MGU, RGO, 2018. [in Russian]

31. Beruchashvili N.L. Metody' kompleksnyx fiziko-geograficheskix issledovanij [Methods of complex physical-geographical studies] / N.L. Beruchashvili, V.K. Zhuchkova. — M.: MGU, 1997. — 320 p. [in Russian]
32. Litvinskaya S.A. Rastitelnost Chernomorskogo poberezhya Rossii (Sredizemnomorskii anklav) [Vegetation of the Black Sea coast of Russia (Mediterranean enclave)] / S.A. Litvinskaya. — Krasnodar, 2004. — 120 p. [in Russian]
33. Litvinskaya S.A. Rastitel'nost' Severnogo Kavkaza [Vegetation of the North Caucasus]. / S.A. Litvinskaya // Geographical research of Krasnodar region. — 2009. — 1. — P. 161–169. [in Russian]
34. Alejnikova A.M. Sukcessionnye smeny' rastitel'nosti garevyx lesov iz sosny' piczundskoj na zapadnoj okonechnosti Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza (mezhdu Cemesskoj i Gelendzhikskoj buxtami) [Suktsessionnye changes of vegetation of the burned down woods from a Pisundskaya pine on the western extremity of the Black Sea coast of Caucasus (between Tsemessky and Gelendzhiksky bays)]. / A.M. Alejnikova, V.V. Krylenko, O.N. Lipka // PFUR Journal of Ecology and Life Safety. — 2012. — 2. — P. 26–31. [in Russian]
35. Krylenko S.V. Estestvennoe vosstanovlenie pribrezhnyx rastitel'nyx soobshhestv sosny' piczundskoj posle lesnyx pozharov [Natural recovery of riparian plant communities Pitsunda pine after forest fires]. / S.V. Krylenko, A.M. Alejnikova, V.V. Krylenko // PFUR Journal of Ecology and Life Safety. — 2015. — 2. — P. 26–32. [in Russian]
36. Gerashchenko I.N. Geografiya rastitel'nogo pokrova Krasnodarskogo Prichernomor'ya [The geography of the plant cover in the Krasnodar Black Sea region]. / I.N. Gerashchenko. // The new science: the current state and development trends : Proceedings of the International (Correspondence) Scientific and Practical Conference; edited by Vostreczova A.I. — Astana: Mir nauki, 2017. — P. 245–250. [in Russian]
37. Krilenko S.V. Statisticheskii analiz zavisimosti rastitel'nikh soobshchestv klifov massiva Tuapkhat ot tipa substrata i stepeni vliyaniya ekzogennikh protsessov [Statistical analysis of the dependence of plant communities of the Tuapkhat massif cliffs on the type of substrate and the degree of influence of exogenous processes] / S.V. Krilenko, A.I. Lukinikh // Geodynamic processes and natural disasters: abstracts of reports of the IV All-Russian Scientific Conference with international participation; edited by Bogomolova L.M. — Yuzhno-Sakhalinsk: Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2021. — P. 162. [in Russian]
38. Pikalova N.A. Flora i rastitelnost chernomorskikh obrivov poluostrova Doob [Flora and vegetation of the Black Sea cliffs of the Doob Peninsula] / N.A. Pikalova, Yu.A. Shumakova // Terrestrial and marine ecosystems of the Black Sea region and their protection: collection of abstracts of the II All-Russian Scientific and Practical School Conference; edited by Korobushkina D.I. — Kurortnoe: Institute of Natural and Technical Systems, 2020. — P. 165–166. [in Russian]
39. Pikalova N.A. Redkie vidi rastitel'nikh soobshchestv massiva Tuapkhat [Rare species of plant communities of the Tuapkhat massif] / N.A. Pikalova, Yu.A. Postarnak, S.V. Krilenko // Current issues of geoecology and nature management: materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference; edited by Belikova M.Yu. — Krasnodar: Kuban State University, 2021. — P. 169–175. [in Russian]
40. Zernov A.S. Flora severo-zapadnogo Kavkaza [Flora of the northwestern Caucasus] / A.S. Zernov. — M.: KMK, 2006. — 664 p. [in Russian]
41. Popovich A.V. Novye i redkie vidy' sosudistyx rastenij flory' Severo-Zapadnogo Kavkaza [New and rare species of vascular plants for the flora of Northwestern Caucasus]. / A.V. Popovich // Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series. — 2017. — 3. — P. 69–72. [in Russian]
42. Litvinskaya S.A. Florofitocenoticheskoe raznoobrazie Zapadnogo Kavkaza [Florophytocenotic Diversity of the Western Caucasus]. / S.A. Litvinskaya // South of Russia ecology development. — 2020. — 1(54). — P. 37–48. [in Russian]
43. Pikalova N.A. Tsenoflora beregovoi zoni massiva Tuapkhat [Cenoflora of the coastal zone of the Tuapkhat massif] / N.A. Pikalova, S.V. Krilenko // Topical problems of geoecology and nature management: Proceedings of the I All-Russian Scientific and Practical Conference; edited by Belikova M.Yu. — Krasnodar: Kuban State University, 2020. — P. 143–146. [in Russian]
44. Krylenko V.V. Analiz ustojchivosti estestvennyx i texnogennyx landshaftov Chernomorskogo poberezh'ya Rossii k vozdejstviyu livnej e'kstremal'noj intensivnosti (na primere livnya 6–7 iyulya 2012 g.) [Stability analysis of natural and techno-gene landscape Black sea coast of Russia to showers to extreme intensity (illustrated shower 6-7.07.2012 g.)]. / V.V. Krylenko, O.N. Lipka, A.M. Alejnikova // PFUR Journal of Ecology and Life Safety. — 2012. — 4. — P. 82–92. [in Russian]
45. Andreeva A.P. Landshaftnaya struktura pribrezhnoj zony' Gelendzhikskogo rajona i faktory' ee formirovaniya [Landscape structure of the coastal zone of the Gelendzhik region and factors of its formation]. / A.P. Andreeva. // Marine research and education (MARESEDU-2019): Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference; — M.: PoliPRESS, 2019. — P. 91–95. [in Russian]
46. Alejnikova A.M. Landshaftnaya struktura beregovoyx obry'vov Chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza [Landscape structure of coastal cliffs of the Black Sea coast of the Caucasus]. / A.M. Alejnikova, O.N. Lipka, M.V. Krylenko // PFUR Journal of Ecology and Life Safety. — 2019. — 4. — P. 298–306. [in Russian]
47. Aleinikova A.M. Prirodno-territorialnie kompleksi beregovikh obrivov Chernomorskogo poberezhya Kavkaza [Natural-territorial complexes of coastal cliffs of the Black Sea coast of the Caucasus] / A.M. Aleinikova, A.A. Aleinikov, O.N. Lipka et al. // Terrestrial and marine ecosystems of the Black Sea region and their protection: collection of abstracts of the II All-Russian Scientific and Practical School Conference; edited by Korobushkina D.I. — Kurortnoe: Institute of Natural and Technical Systems, 2020. — P. 21–22. [in Russian]
48. Fejgina N. Flishevye formacii chernomorskogo poberezh'ya kak osnova formirovaniya abrazionnyx PTK [Flysch formations of the Black Sea coast as a basis for the formation of abrasion landscape units]. / N. Fejgina, E.V. Stanis, Krylenko. // Marine research and education (MARESEDU-2019): Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference; — M.: PoliPRESS, 2020. — P. 247–250. [in Russian]
49. Alejnikova A.M. Opyt detal'nogo landshaftnogo kartografovaniya morskix abrazionnyx beregov Chernomorskogo poberezh'ya Severo-Zapadnogo Kavkaza [Experience in detailed landscape mapping of the Black Sea abrasion coast at the

- NorthWestern Caucasus]. / A.M. Alejnikova, O.N. Lipka, A.P. Andreeva et al. // Geopolitics and Ecogeodynamics of regions. — 2021. — 7(2). — P. 108–116. [in Russian]
50. Kry'lenko M.V. Monitoring e'kosistem morskix abrazionny'x beregov Chernomorskogo poberezh'ya Severo-Zapadnogo Kavkaza [Monitoring of the sea abrasion coast ecosystems at the Black Sea coast of the Northwestern Caucasus]. / M.V. Kry'lenko, A.M. Alejnikova, A.P. Andreeva et al. // Environmental Monitoring and Ecosystem Modelling. — 2021. — 32(3-4). — P. 33–57. [in Russian]
51. Lipka O.N. Botanicheskoe raznoobrazie i sovremennoe sostoyanie rastitel'nosti xrepta Markotx: Severo-Zapadny'j Kavkaz [Botanical diversity and current state of vegetation of the Markotkh ridge: North-West Caucasus] dis....of PhD in Natural sciences: 25.00.23 / O.H. Липка. — Moscow. — 164 p. [in Russian]