

Ландшафтное разнообразие и современные климатические условия территории Республики Дагестан как основа создания карбонового полигона

З. В. Атаев^{1, 2, 3}✉, В. В. Братков⁴, Ю. А. Нестеров⁵

¹Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Российская Федерация

(367010, г. Махачкала, ул. Магомеда Ярагского, 75)

²Дагестанский государственный педагогический университет, Российская Федерация (367003, г. Махачкала, ул. Магомеда Ярагского, 57)

³Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Российская Федерация (360002, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2)

⁴Московский государственный университет геодезии и картографии, Российская Федерация (105064, г. Москва, Гороховский пер., 4)

⁵Воронежский государственный университет, Российская Федерация (394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

Аннотация. Цель – анализ региональных ландшафтных основ создания карбонового полигона в Республике Дагестан.

Материалы и методы. Материалом исследования явились карты ландшафтная и физико-географического районирования Республики Дагестан. Использованы методы комплексного анализа типологических и региональных природно-территориальных комплексов, материалы дистанционного зондирования. Для анализа климатических показателей использованы методы осреднения, интерполяции и экстраполяции данных, метод ландшафтных аналогий.

Результаты и обсуждение. Рассмотрены ландшафтные особенности создания карбонового полигона. Предложена картосхема размещения карбонового полигона и его экспериментальных ключевых участков в привязке к физико-географическим регионам республики, ландшафтам и метеостанциям.

Выводы. Создание карбонового полигона и сети его экспериментальных участков должно опираться на региональные ландшафтные особенности территории Республики Дагестан.

Ключевые слова: Республика Дагестан, карбоновый полигон, карбоновая ферма, биологическое разнообразие, ландшафтное разнообразие, глобальный климат, климатические процессы.

Для цитирования: Атаев З. В., Братков В. В., Нестеров Ю. А. Ландшафтное разнообразие и современные климатические условия территории Республики Дагестан как основа создания карбонового полигона в регионе // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022, № 4, с. 37-49. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/37-49>

ВВЕДЕНИЕ

В конце XX – начале XXI веков отмечается повышение приземной температуры воздуха, получившее название «глобальное потепление». В научном сообществе имеется несколько точек зрения на причины этого явления, среди которых наибольшее распространение, особенно в средствах массовой информации, получила точ-

ка зрения, что повышение температуры воздуха обусловлено сжиганием ископаемого топлива, в результате чего в атмосфере повышается концентрация парниковых газов, среди которых основным признан углекислый газ (CO₂). Невзирая на причины, большинство развитых стран мира приняло решение о снижении выбросов парниковых газов, а также уделяет внимание регио-



нальным последствиям роста глобальной температуры воздуха.

Что касается России, то вопросам изменения климата и обеспечения устойчивого развития страны посвящены национальные доклады «Глобальный климат и почвенный покров России» [8-10]. Первый том дает представление об оценке рисков, эколого-экономических последствиях деградации земель, адаптивных системах и технологии рационального природопользования. Во втором томе рассматриваются вопросы опустынивания и деградации земель, институциональные, инфраструктурные и технологические меры адаптации сельского и лесного хозяйства. В третьем томе показаны региональные изменения климатических условий и засух, их влияние на почвы и биогеоценозы, водные ресурсы, ландшафты, даны рекомендации по совершенствованию мер борьбы с засухами и национальный план действий.

В феврале 2021 года Министерство науки и высшего образования Российской Федерации запустило пилотный проект по созданию карбоновых полигонов для разработки и испытания технологий контроля углеродного баланса. Этот проект должен стать одним из ключевых элементов разработки надежной национальной системы мониторинга потоков парниковых газов в экосистемах России. Запланирован запуск сети из примерно 80 полигонов в российских субъектах. Карбоновые полигоны уже созданы в Тюменской, Свердловской, Новосибирской, Сахалинской, Калужской и Калининградской областях, на Кавказе – в Краснодарском крае и Чеченской Республике.

В Республике Дагестан первое заседание рабочей группы по созданию пилотного карбонового полигона состоялось 27 января 2022 года в Дагестанском федеральном исследовательском центре РАН. В состав этой группы вошли представители научных и научно-образовательных организаций республики, подготовившие предложения по созданию полигона и его ключевых участков.

Создание карбонового полигона на территории Республики Дагестан актуально в целях формирования системы мониторинга, анализа и прогноза эмиссионного и секвестрационного потенциала ландшафтов региона.

Для реализации данной цели планируется решение следующих задач: создание наземной и дистанционной системы наблюдений, включая отбор проб геогоризонтов и геомасс природно-территориальных комплексов; разработка оптимальной научно-обоснованной технологии и

периодичности измерений параметров геосистем; мониторинг загрязнения почв, вод и воздуха, в том числе изучение загрязнения почв и поверхностных вод термальными водами, нефтью и нефтепродуктами; качественный и количественный химический анализ проб почв, воздуха и вод; анализ динамики количественных параметров загрязнений; создание электронной базы данных результатов измерений и анализа поглощения углекислого газа различными типами ландшафтов, в том числе антропогенных; создание с использованием ГИС-технологий дробных тематических карт экспериментальных участков полигона; анализ и прогнозирование эмиссионного и секвестрационного потенциала ландшафтов территории; разработка научно-обоснованных рекомендаций по созданию карбоновых ферм по территории республики; разработка комплекса мер, направленных на оптимизацию природопользования, сохранение биологических ресурсов, изучение влияния деградации почв на ценность биоразнообразия, а также поддержание биологического и ландшафтного разнообразия региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования явились карты ландшафтная и физико-географического районирования Республики Дагестан. Используются метод комплексного анализа типологических и региональных природно-территориальных комплексов, материалы дистанционного зондирования, анализ региональных климатических особенностей природно-территориальных комплексов региона.

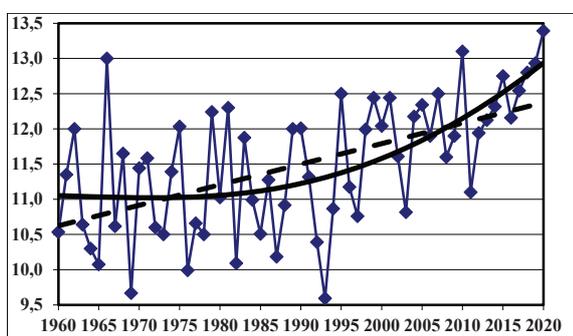
При анализе климатических показателей опорных метеостанций региона нами применялись апробированные для Кавказа методики описания современных изменений климата, включая метод осреднения данных нескольких метеостанций для одного ландшафта (в случае, если в пределах одного ландшафта имеется несколько метеостанций), метод распространения данных одной метеостанции на один ландшафт (в ландшафте имеется только одна метеостанция), метод осреднения данных двух метеостанций и присваивание этих значений для ландшафтного контура, лежащего между ними (когда метеостанции находятся приблизительно на равном расстоянии в двух соседних ландшафтах), метод интерполяции данных двух или нескольких метеостанций на территорию ландшафта, в котором отсутствует метеостанция, при помощи различных интерполяционных формул (наиболее часто встречающийся вариант в горных условиях), метод экстраполяции данных одной метеостанции

на ландшафты, в которых нет метеостанций (применяется в основном в высокогорных и гляциально-нивальных ландшафтах, в которых нет метеостанций), метод ландшафтных аналогий.

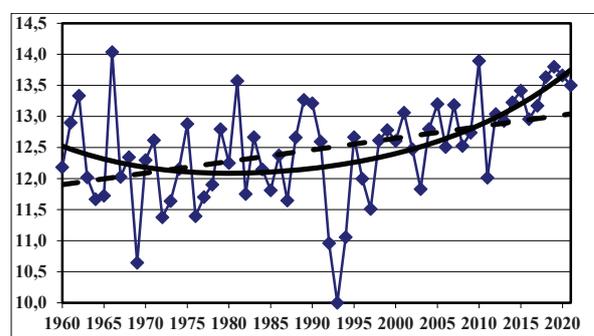
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Республика Дагестан характеризуется значительным разнообразием горных и равнинных ландшафтов, имеющих свою специфику в структуре восточно-кавказского (дагестанского) типа высотной поясности. Реакция ландшафтов региона на современные климатические изменения рассмотрены в работах В. В. Браткова, З. В. Атаева [6]; В. В. Браткова, Ш. Ш. Заурбекова, З. В. Атаева [7]; З. В. Атаева, В. В. Браткова, М. И. Гаджибекова [3,

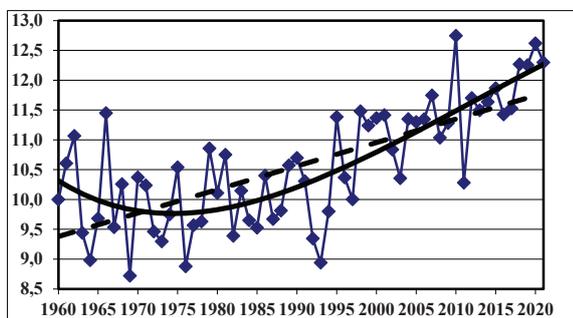
4]; И. А. Керимова, В. В. Браткова, Л. Р. Бекмурзаевой [11] и других. В этой связи напрашивается региональное своеобразие разрабатываемых методов оценки углеродного баланса по типам экосистем, на которых планируется проведение исследований. Это разнообразие вызвано, прежде всего, особенностями и динамикой климатических параметров за последние 60 лет (1960-2020 годы) по высотным ярусам, в частности, среднегодовыми температурами воздуха (рис. 1), количеством атмосферных осадков (рис. 2) и, как производное от них – коэффициентом увлажнения (рис. 3), выявляющим особенности сезонной и межгодовой динамики ландшафтов.



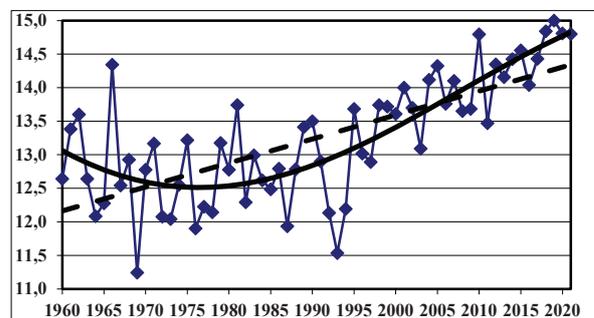
Южно-Сухокумск /Yuzhno-Sukhokumsk



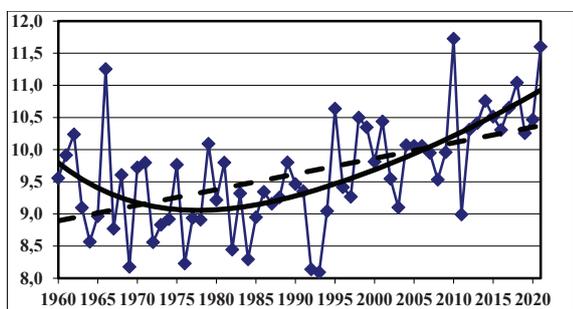
Махачкала /Makhachkala



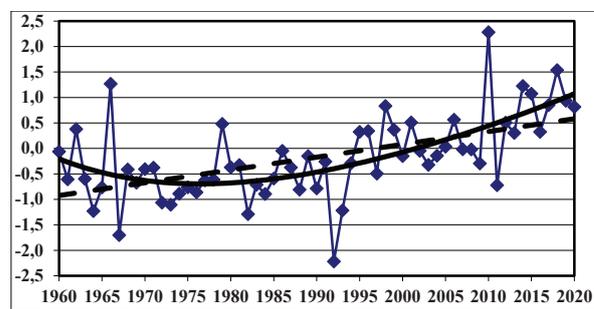
Буйнакск /Buynaksk



Дербент /Derbent



Ахты /Akhty



Сулак-высокогорная /Sulak-Vysokogornaya

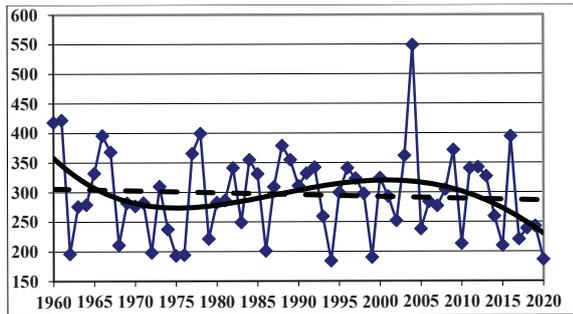
Рис. 1. Изменения средней годовой температуры воздуха в ландшафтах за 1960-2020 годы.

Здесь и далее (рис.2-3): условные обозначения:

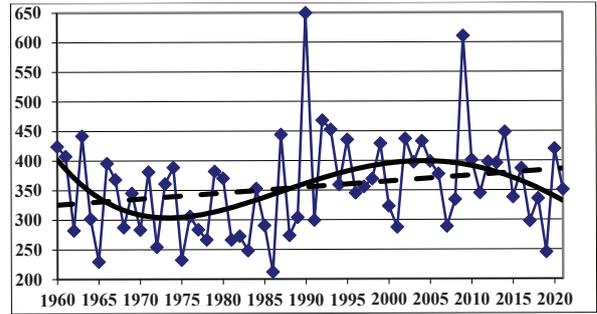
пунктирная линия – линейный тренд, сплошная – полиномиальный тренд

[Fig. 1.Changes in the average annual air temperature in landscapes for 1960-2020.

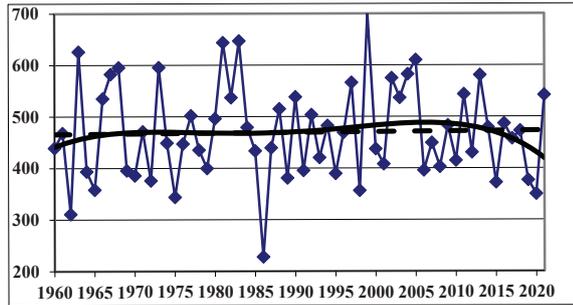
Here and further (Fig. 2-3). Symbols: dotted line is linear trend, solid line is polynomial trend]



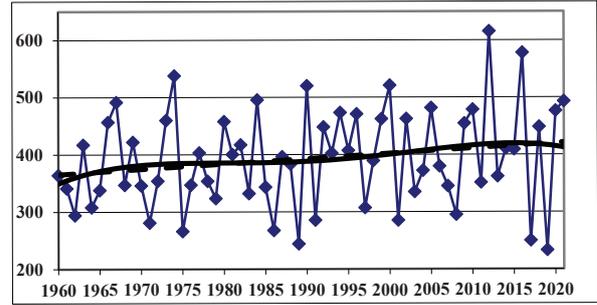
Южно-Сухокумск / Yuzhno-Sukhokumsk



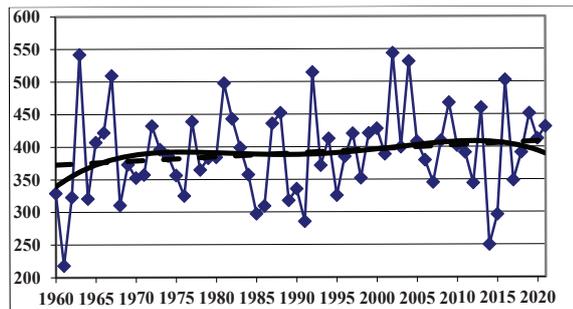
Махачкала / Makhachkala



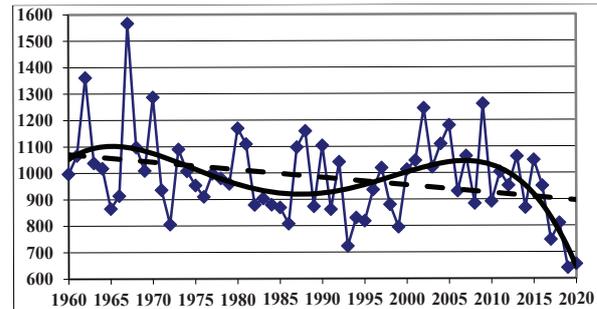
Буйнакск / Buynaksk



Дербент / Derbent



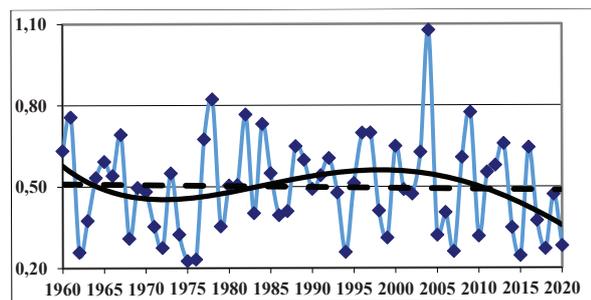
Ахты / Akhty



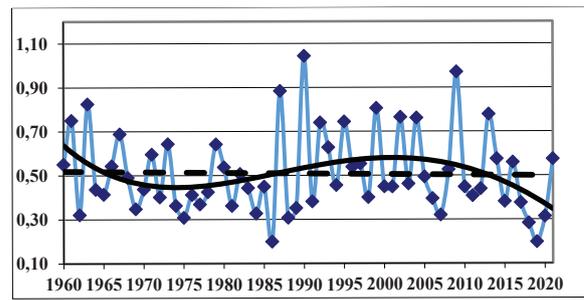
Сулак-высокогорная / Sulak-Vysokogornaya

Рис. 2. Изменения годового количества осадков в ландшафтах за 1960-2020 годы

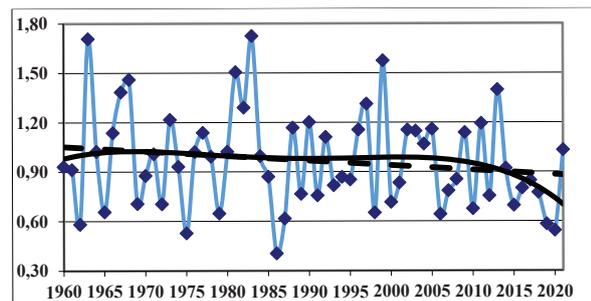
[Fig. 2. Changes in annual precipitation in landscapes for 1960-2020]



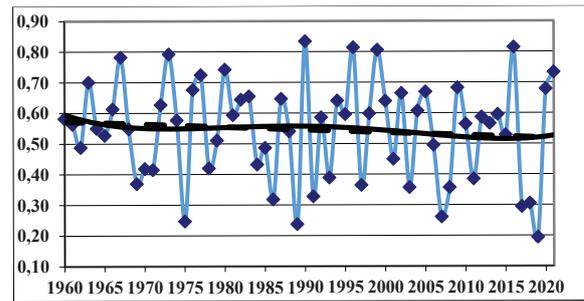
Южно-Сухокумск / Yuzhno-Sukhokumsk



Махачкала / Makhachkala



Буйнакск / Buynaksk



Дербент / Derbent

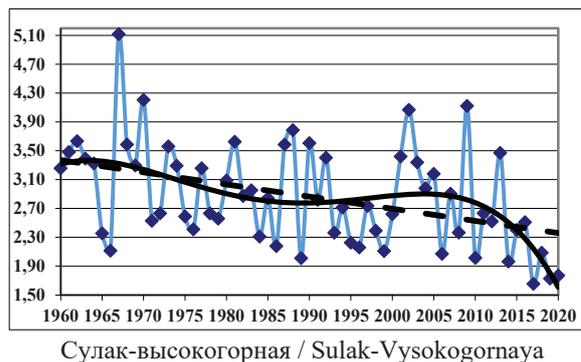
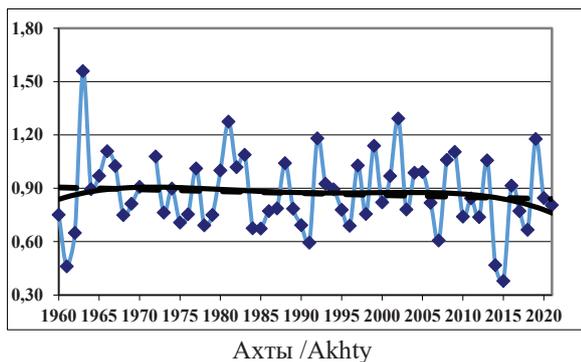


Рис. 3. Изменения коэффициента увлажнения в ландшафтах за 1960-2020 годы
[Fig. 3. Changes in the moisture coefficient in landscapes for 1960-2020]

Как видно из представленных данных, на всей территории республики отмечается в разной степени выраженности рост годовой температуры воздуха. Так, в равнинной части этот процесс протекает активнее, чем в горной. Данный факт иллюстрируется тем, что в равнинной части максимум средней годовой температуры воздуха отмечался в 2020 году (Дербент, Южно-Сухокумск), тогда как на всех остальных метеостанциях он был в 2010 году (и обусловлен вулканической активностью в Исландии). Что касается годового количества осадков, то их изменчивость не имеет столь однонаправленной тенденции, как температура воздуха. Она проявляется в короткопериодических (2-3, реже 3-5 лет) или однонаправленных изменениях (рост или сокращение количества осадков). Исключением является высокогорная зона (Сулак-высокогорная), где в последние годы отмечается ярко выраженная тенденция сокращения количества осадков. С учетом роста температуры воздуха можно предположить негативное влияние этих процессов на оледенение. Что касается коэффициента увлажнения, то тренды иллюстрируют или слабую стабильность (Южно-Сухокумск, Махачкала, Ахты, Буйнакск), либо в разной степени выраженности ухудшение условий тепловлагообеспечения (Дербент, Сулак-высокогорная).

В целом, оценивая климатические изменения, следует отметить, что если в равнинной части республики они в целом совпадают с глобальными и региональными трендами, то в горной части влияние рельефа значительно осложняет общую картину. Для его оценки необходимы дальнейшие локальные ландшафтные исследования, которые могут быть проведены в пределах экспериментальных участков карбонового полигона.

Ландшафтное разнообразие территории республики отражено на средномасштабных (1:1 500 000)

ландшафтных картах – типологической [1] и физико-географического районирования [2], а также и на мелкомасштабной (1:2 000 000) Ландшафтной карте Кавказа [5].

Ландшафтная карта отображает объективно существующие типологические природные системы, представляющие собой динамические единства слагающих их природных компонентов. На ней показано всё многообразие природных комплексов, одним из ведущих факторов пространственной дифференциации которых в горных условиях является рельеф. Карта составлялась по имеющимся специальным природно-географическим картам (геологической, тектонической, четвертичных отложений, почвенной, геоботанической и др.), а также по материалам маршрутных и отчасти ключевых исследований. В качестве «опорной» использовалась ландшафтная карта А.Е. Фединой масштаба 1:1 750 000, опубликованная в Атласе Дагестанской АССР [12]. На карте выделены классы (равнинные и горные), типы и подтипы (полупустынные, сухостепные, лесостепные, лесные, луговые и т. д.), роды (высокогорные с горно-луговыми почвами, разнотравно-злаковыми ассоциациями и т. д.) и виды ландшафтов (субальпийский, альпийский и т. д.).

Многообразие горизонтальных связей в природно-территориальных комплексах и их иерархия отображены на карте физико-географического районирования, составленной на основе ландшафтной карты. При физико-географическом районировании Дагестана в основу положен ландшафтно-генетический принцип, позволяющий рассматривать каждый регион одного таксономического ранга, с одной стороны, как единое целое, с другой – как состоящее из более мелких, генетически разнородных комплексов.

Ландшафтная карта и карта физико-географического районирования Дагестана, раскрываю-

щие многообразие природных комплексов, могут использоваться в качестве основы для получения обобщённых представлений о комплексе потенциальных условий сельскохозяйственного, селитебного, транспортного, лесохозяйственного и водохозяйственного освоения территории, и, соответственно, выбора оптимальных мест размещения карбонового полигона и его экспериментальных участков.

Анализ вышеизложенного позволяет сделать вывод, что карбоновый полигон в республике должен иметь разветвленную сеть экспериментальных (ключевых) участков и создаваться с учетом ландшафтных особенностей территории, а также наличия репрезентативных для этих ландшафтов метеостанций, данные которых будут необходимы

для расчета и прогноза эмиссионного и секвестрационного потенциала природно-территориальных (и аквальных) комплексов. На наш взгляд, в республике по комплексу рассматриваемых параметров имеется возможность строительства карбонового полигона на плато Тарки-тау (с одноименным названием – Карбоновый полигон «Тарки-тау»). Альтернативой может служить строительство полигона на базе Кочубейской биосферной станции Дагестанского ФИЦ РАН (с одноименным названием – Карбоновый полигон «Кочубей») с 17 потенциальными экспериментальными участками, размещенными в различных равнинных и горных ландшафтах, в том числе 1 участка по мониторингу морских и островных экосистем Каспийского моря (рис. 4).

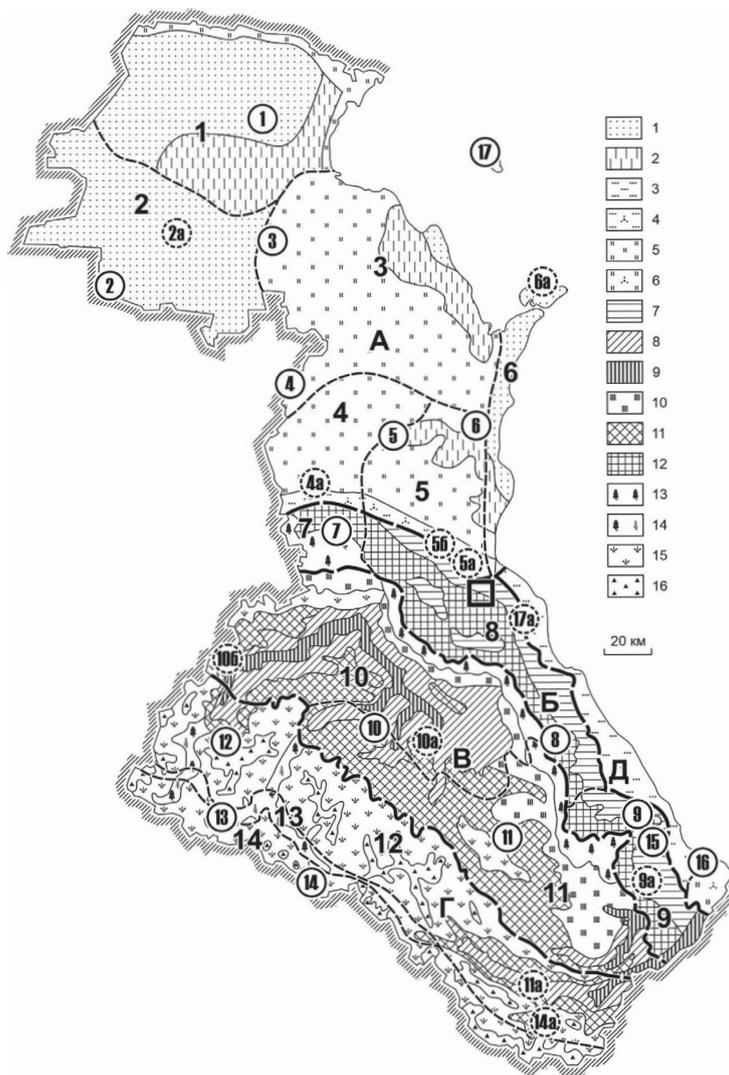


Рис. 4. Карбоновый полигон и экспериментальные участки
 [Fig. 4. Carbon polygon and experimental sites]

Условные обозначения: Квадратный значок – положение карбонового полигона «Тарки-тау»; сплошной кружок с индексом – основной экспериментальный участок; штриховый кружок с индексом – альтернативный экспериментальный участок: 1 – Кочубей; 2 – Буруны; 2а – Ногай; 3 – Тарумовка; 4 – Хамаматюрт; 4а – ФАНЦ (Феде-

ральный аграрный научный центр); 5 – Янгиюрт; 5а – Ботсад ДГУ; 5б – Сарыкум; 6 – Аграхан; 6а – Чечень-море; 7 – Мелишта; 8 – Каякент; 9 – Джалган; 9а – Шурдере; 10 – Верхний Гуниб; 10а – Цудахар; 10б – Ботлих; 11 – Ицари; 11а – Ахты; 12 – Богос; 13 – Бежта; 14 – Тлярата; 14а – Шалбуздаг; 15 – Рубас; 16 – дельта Самура; 17 – о. Тюлений; 17а – Манасское взморье.

Физико-географические провинции и районы: А – ТЕРСКО-КУМСКАЯ РАВНИНА: 1 – Прикумская равнина; 2 – Терско-Кумский песчаный массив; 3 – Дельта Терека; 4 – Кумыкская равнина; 5 – Терско-Сулакская равнина; 6 – Аграханская песчаная равнина; Б – ПРЕДГОРНЫЙ ДАГЕСТАН: 7 – Северо-западные предгорья; 8 – Центральные предгорья; 9 – Юго-восточные предгорья; В – ВНУТРИГОРНЫЙ ДАГЕСТАН: 10 – Известняковый Дагестан; 11 – Песчано-сланцевый Дагестан; Г – ВЫСОКОГОРНЫЙ ДАГЕСТАН: 12 – Боковой хребет; 13 – Межгорные котловины; 14 – Главный Кавказский хребет; Д – ПРИМОРСКИЙ ДАГЕСТАН: 15 – Приморская низменность; 16 – Дельта Самура.

Ландшафты в составе физико-географических регионов. Равнинные ландшафты. Полупустынные: 1 – ландшафты аккумулятивно-морской равнины с каштановыми почвами и разнотравно-злаковыми, злаково-эфемерово-полынными и эфемерово-солянково-полынными ассоциациями; 2 – ландшафты солончаков на морских и аллювиальных отложениях; 3 – ландшафт морских террас с каштановыми почвами, злаково-полынными и солянковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Сухостепной: 4 – ландшафт морских террас с каштановыми почвами, злаково-полынными и шибляковыми кустарниковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Лугово-болотно-степные: 5 – лугово-дельтовые болотные с тростниково-рогозовыми ассоциациями и плавнями, лугово-болотные с луговыми и болотными почвами тростниково-вейниково-разнотравными ассоциациями, лугово-степные с лугово-степными почвами пырейно-свинойными, полынно-злаковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Лугово-лесной: 6 – ландшафт низинный с лугово-сероземными почвами, послелесными лугово-кустарниковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Горные ландшафты. Степные: 7 – ландшафт предгорный с каштановыми почвами, разнотравно-злаковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; 8 – ландшафт среднегорный с каштановыми и черноземными почвами, разнотравно-злаковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Ксерофитный: 9 – ландшафт долинно-котловинный с щебнистыми каштановыми почвами, ксерофитными травяными и кустарниковыми ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Лугово-степные: 10 – ландшафт низкогорный с черноземовидными и луговыми почвами, злаково-разнотравными ассоциациями; 11 – ландшафт среднегорный с черноземными и луговыми почвами, низкоосоково-злаково-разнотравными ассоциациями и сельскохозяйственными комплексами; Лесостепной: 12 – ландшафт предгорный с каштановыми, горно-лесными бурными и коричневыми почвами, злаково-полынно-разнотравными ассоциациями, дубово-грабниковыми редколесьями и кустарниками и сельскохозяйственными комплексами; Лесные: 13 – ландшафт низкогорный с горно-лесными бурными почвами и буково-дубовыми лесами; 14 – ландшафт среднегорный с горно-лесными бурными и оподзоленными почвами, сосново-березовыми и буково-грабовыми лесами; Луговой: 15 – ландшафт высокогорный с горно-луговыми почвами и разнотравно-злаковыми субальпийскими и альпийскими ассоциациями; Гляциально-нивальный: 16 – ландшафт высокогорный со скальными растительными ассоциациями.

[Symbols: Square icon is the position of "Tarki-tau" carbon polygon; solid circle with an index is the main experimental area; dashed circle with an index is alternative experimental area: 1 – Kochubey; 2 – Buruny; 2a – Nogai; 3 – Tarumovka; 4 – Khamamatyurt; 4a – FARC (Federal Agrarian Research Center); 5 – Yangiyurt; 5a – DSUBotanical Garden; 5b – Sarykum; 6 – Agrakhan; 6a – Chechnya-Sea; 7 – Melishta; 8 – Kayakent; 9 – Dzhalgan; 9a – Shurdere; 10 – Upper Gunib; 10a – Tsudakhar; 10b – Botlikh; 11 – Itsari; 11a – Akhty; 12 – Bogos; 13 – Bezhta; 14 – Tlyarata; 14a – Shalbuздаg; 15 – Rubas; 16 – Samur Delta; 17 – Tyuleny Island; 17a – Manassk seaside.

Physical-geographical provinces and regions: A – TERSKO-KUMSKAYA PLAIN: 1 – Prikumskaya Plain; 2 – Tersko-Kumskiy Sandy Massif; 3 – Terek Delta; 4 – Kумыkская Plain; 5 – Tersko-Sulakskaya Plain; 6 – Agrakhanskaya Sandy Plain; Б – FOOTHILL DAGESTAN: 7 – Northwestern Foothills; 8 – Central Foothills; 9 – Southeastern Foothills; В – INTERMOUNTAIN DAGESTAN: 10 – Limestone Dagestan; 11 – Sandy-Shale Dagestan; д – HIGH-MOUNTAIN DAGESTAN: 12 – Side Ridge; 13 – Intermontane Basins; 14 – Main Caucasian Range; Д – PRIMORSKY DAGESTAN: 15 – Primorskaya Lowland; 16 – Samur Delta.

Landscapes as a part of physical-geographical regions. Flat landscapes. Semi-desert: 1 – landscapes of the accumulative-marine plain with chestnut soils and forb-grass, grass-ephemeral-wormwood and ephemeral-saltwort-wormwood associations; 2 – saline landscapes on marine and alluvial deposits; 3 – landscape of marine terraces with chestnut soils, grass-wormwood and saltwort associations and agricultural complexes; Dry steppe: 4 – landscape of marine terraces with chestnut soils, wormwood-grass and shibliak shrub associations and agricultural complexes; Meadow-marsh-steppe: 5 – meadow-deltaic bogs with reed-cattail associations and floodplains, meadow-boggy soils with meadow and bog soils of reed-reed grass-forb associations, meadow-steppe with meadow-steppe soils of couch grass-pig, sagebrush-grass associations and agricultural complexes; Meadow-forest: 6 – lowland landscape with meadow-serozem soils, post-forest meadow-shrub associations and agricultural complexes; Mountain landscapes. Steppe: 7 – foothill landscape with chestnut soils, forb-grass associations and agricultural complexes; 8 – mid-mountain landscape with chestnut and chernozem

soils, forb-grass associations and agricultural complexes; Xerophytic: 9 – valley-hollow landscape with rubbly chestnut soils, xerophytic grass and shrub associations and agricultural complexes; Meadow-steppe: 10 – low-mountain landscape with chernozem-like and meadow soils, grass-forb associations; 11 – mid-mountain landscape with chernozem and meadow soils, low sedge-grass-forb associations and agricultural complexes; Forest-steppe: 12 – foothill landscape with chestnut, mountain-forest brown and brown soils, grass-wormwood-forb associations, oak-hornbeam sparse forests and shrubs and agricultural complexes; Forest: 13 – low-mountain landscape with mountain-forest brown soils and beech-oak forests; 14 – mid-mountain landscape with mountain-forest brown and podzolized soils, pine-birch and beech-hornbeam forests; Meadow: 15 – alpine landscape with mountain-meadow soils and forb-grass subalpine and alpine associations; Glacial-nival: 16 – alpine landscape with rocky plant associations]

Привязка потенциальных и альтернативных экспериментальных участков карбонового полигона к физико-географическим регионам республики, ландшафтам и метеостанциям приведена в таблице.

Таблица

Привязка экспериментальных участков карбонового полигона «Тарки-тау» к физико-географическим регионам, ландшафтам и метеостанциям
[Table. Binding of Tarki-Tau carbon polygon experimental sites to the physical and geographical regions, landscapes and meteorological stations]

| Область / Area | Провинция / Province | Район / Region | Ландшафт / Landscape | Репрезентативная метеостанция / Representative meteorological station | ПОЛИГОН, экспериментальный участок (принадлежность) / POLYGON, experimentalsites (belonging) |
|--|---------------------------------------|---|--|---|--|
| I. Северо-Дагестанская (Прикаспийская низменность) | А. Терско-Кумская равнинная провинция | 1. Прикумская равнина (Ногайская степь) | – полупустынный ландшафт аккумулятивно-морской равнины, супесчано-суглинистый с каштановыми почвами, злаково-эфемерно-полынными ассоциациями | Кочубей, Южно-Сухокумск | «Кочубей» (ДФИЦ) |
| | | 2. Терско-Кумский массив | – полупустынный ландшафт аккумулятивно-морской равнины, песчаный с каштановыми почвами, псаммофитными разнотравно-злаковыми ассоциациями | Терекли-Мектеб | «Буруны», (альтернативный участок – «Ногай») (МПР РД) |
| | | 3. Дельта Терека | – лугово-болотно-степной дельтовый ландшафт, лугово-болотный с луговыми и болотными почвами, тростниково-вейниково-разнотравными ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Кизляр, Бабаюрт | «Тарумовка» (МПР РД) |
| | | 4. Кумыкская равнина | – лугово-болотно-степной дельтовый ландшафт, болотный с тростниково-розовыми ассоциациями и плавнями | Хасавюрт, Бабаюрт | «Хамаматюрт» (МПР РД), альтернативный участок – «ФАНЦ» (ФАНЦ) |
| | | 5. Присулакская равнина | – сухостепной ландшафт морских террас с каштановыми почвами, полынно-злаковыми и шибляковыми кустарниковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Махачкала | «Янгиюрт» (МПР РД), альтернативные участки – «Ботсад» (ДГУ) или «Сарыкум» (Заповедник) |

| | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------------|---|---|--|
| | | 6. Аграханская равнина | – полупустынный ландшафт аккумулятивно-морской равнины, песчаный с каштановыми почвами, псаммофитными разнотравно-злаковыми ассоциациями | Махачкала, Остров Чечень, Главный Сулак | «Аграхан» (ДГУ), альтернативный участок – «Чечень-море» (МПР РД, Гидрометцентр) |
| II. Горно-Дагестанская (Большой Кавказ) | Б. Внешнегорный Дагестан | 7. Северо-западные предгорья | – низкогорный лесной ландшафт с горно-лесными бурными почвами, буково-дубовыми лесами; – низкогорный лугово-степной ландшафт с черноземовидными луговыми почвами, злаково-разнотравными ассоциациями | Хасавюрт, Буйнакск | Урочище «Мелишта» (МПР РД) |
| | | 8. Центральные предгорья | – низкогорный лесной ландшафт с горно-лесными бурными почвами, буково-дубовыми лесами; – предгорный степной с каштановыми почвами, разнотравно-полянно-злаковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Буйнакск, Сергокала | ПОЛИГОН «ТАРКИ-ТАУ» (МПР РД), «Каякент» (МПР РД) |
| | | 9. Юго-восточные предгорья | – среднегорный лесостепной ландшафт с каштановыми, горно-лесными бурными и коричневыми почвами, злаково-полянно-разнотравными ассоциациями, дубово-грабинниковыми редколесьями и кустарниками, сельскохозяйственными комплексами. Для альтернативного участка: – долинно-котловинный ксерофитный ландшафт с щебнистыми каштановыми почвами, ксерофитными травяными и кустарниковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Касумкент | «Джалган» (МПР РД), альтернативный участок – «Шур-дере» (без принадлежности) |
| | В. Внутригорный Дагестан | 10. Известняковый Дагестан | – среднегорный лесной ландшафт с горно-лесными бурными и оподзоленными почвами, сосново-березовыми и буково-грабовыми лесами; – среднегорный лугово-степной ландшафт с черноземными и луговыми почвами, низкоосоково-злаково-разнотравными ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами; – среднегорный лесной ландшафт с горно-лесными бурными и оподзоленными почвами, сосново-березовыми и буково-грабовыми лесами. | Гуниб, Куппа, Хунзах, Кумух, Ботлих | «Верхний Гуниб», альтернативные участки – «Цудахар» (ДФИЦ) или «Ботлих» (без принадлежности) |

| | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|---|--|---|
| | | | Для альтернативного участка: – долинно-котловинный ксерофитный ландшафт с щебнистыми каштановыми почвами, ксерофитными травяными и кустарниковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | | |
| | | 11. Песчано-сланцевый Дагестан | – среднегорный лугово-степной ландшафт с черноземными и луговыми почвами, низкоосоково-злаково-разнотравными ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами. Для альтернативного участка: – долинно-котловинный ксерофитный ландшафт с щебнистыми каштановыми почвами, ксерофитными травяными и кустарниковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Уркарах | «Ицари» (МПР РД), альтернативный участок – «Ахты» (ФАНЦ) |
| | Г. Высокогорный Дагестан | 12. Бокковой хребет | – высокогорный гляциально-нивальный ландшафт с примитивными скальными растительными ассоциациями | Сулак, высокогорная | «Богос» (Гидрометцентр) |
| | | 13. Межгорные котловины | – горно-котловинные эрозионно-аккумулятивные, со степной, шибляковой, аридно-редколесной и фригановой растительностью | Тлярата, Кидеро | «Бежта» (МПР РД) |
| | | 14. Главный Кавказский хребет | – высокогорный субальпийский луговой, местами гляциально-нивальный, ландшафт с субальпийскими и альпийскими лугами, скальными растительными ассоциациями | Тлярата, Сулак, высокогорная | «Тлярата», альтернативный участок – «Шалбуздаг» (Заповедник) |
| III. Приморский Дагестан | Д. Приморско-Дагестанская | 15. Приморская низменность | – полупустынный солончаковый ландшафт морских террас с каштановыми почвами, злаково-попынными и солянковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Дербент | «Рубас» (ДФИЦ РАН) |
| | | 16. Дельта Самура | – низинный лугово-лесной ландшафт с лугово-сероземными почвами, послелесными лугово-кустарниковыми ассоциациями, сельскохозяйственными комплексами | Дербент | «Дельта Самура» (Заповедник) |
| IV. Каспийское море | | | – полупустынный островной и шельфовый подводный ландшафт | Остров Тюлений, Избербаш, Махачкала-аэропорт | «Тюлений» (Гидрометцентр), альтернативный участок – «Манасское взморье» (ДГУ) |

Примечание: ДФИЦ – Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН; ФАНЦ – Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан; МПР РД – Министерство природных ресурсов и экологии Республики Дагестан; Заповедник – Государственный природный заповедник «Дагестанский»; ДГУ – Дагестанский государственный университет; Гидрометцентр – Дагестанский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

[*Note:* DFRC – Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences; FARC – Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan; MNR RD – Ministry of Natural Resources and Ecology of the Republic of Dagestan; Reserve – Dagestansky State Natural Reserve; DSU – Dagestan State University; Hydrometeorological center – Dagestan Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аргументированный выбор потенциальных экспериментальных участков карбонового полигона «Тарки-тау» в привязке к физико-географическим регионам республики, ландшафтам и метеостанциям позволит проанализировать современные и исторические виды землепользования, отличающиеся условиями накопления и динамики углерода, охарактеризовать возможности и ограничения различных углеродных сценариев в зависимости от ландшафтов и типов их использования.

Предстоящие исследования позволят заложить научно-методические основы для разработки критериев и показателей землепользования, характеризующиеся нейтральным или депонирующим балансом углерода в ландшафтах.

Значительные социально-экономические изменения в муниципальных структурах республики и множество экологических причин затушевали климатические изменения ландшафтов. Поэтому актуально проведение детальных климатических измерений «углеродных» откликов ландшафтов региона на современную климатическую динамику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атаев З.В. Ландшафтная карта // *Атлас Республики Дагестан*, 1999, с. 37.
2. Атаев З.В. Физико-географическое районирование // *Атлас Республики Дагестан*, 1999, с. 12.
3. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И. Реакция полупустынных ландшафтов Приморской низменности Дагестана на современные климатические изменения // *Юг России: экология, развитие*, 2014, т. 9, № 4, с. 27-39.
4. Атаев З.В., Братков В.В., Гаджибеков М.И. Аридные ландшафты Северного Кавказа: пространственная структура, реакция на климатические изменения и антропогенная трансформация // *Материалы VIII международного симпозиума «Степи Северной Евразии»*, 2018, с. 123-126.
5. Беручашвили Н.Л. *Ландшафтная карта Кавказа*. Тбилиси: ТГУ, 1992. 2 п. л.

6. Братков В.В., Атаев З.В. Оценка влияния современных климатических условий на природно-территориальные комплексы Северо-Восточного Кавказа (по материалам дистанционного зондирования Земли) // *Мониторинг. Наука и технологии*, 2017, № 2 (31), с. 6-14.

7. Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В. Реакция геосистем Большого Кавказа на современные климатические изменения (по материалам дистанционного зондирования земли) // *Материалы международной научно-практической конференции «Эффективное развитие горных территорий России: Горный форум – 2016»*, 2016, с. 110-119.

8. *Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство): национальный доклад* / А.Л. Иванов, Г.С. Куст, Д.Н. Козлов и др. Москва: Издательство Геос, 2018. 285 с.

9. *Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство): национальный доклад* / А.Л. Иванов, Г.С. Куст, И.М. Донник и др. Москва: Издательство МБА, 2019. 476 с.

10. *Глобальный климат и почвенный покров России: Национальный доклад* / Р.С.-Х. Эдельгериев, А.Л. Иванов, И.М. Донник и др. Москва: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2021. 700 с.

11. Керимов И.А., Братков В.В., Бекмурзаева Л.Р. Изменчивость климатических условий аридных ландшафтов Северного Кавказа // *Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием "Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (ГЕОКАВКАЗ 2021)"*, 2021, с. 444-449.

12. Федина А.Е. Ландшафтная карта // *Атлас Дагестанской АССР*, 1975, с. 23.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 30.05.2022

Принята к публикации 30.11.2022

Landscape Diversity and Current Climatic Conditions of Dagestan Republic Territory as the Basis for Carbon Polygon Creation

Z. V. Ataev^{1, 2, 3}✉, V. V. Bratkov⁴, Yu. A. Nesterov⁵

¹Dagestan Federal Research Center of RAS, Russian Federation
(75, Magomeda Yaragskogo str., Makhachkala, 367010)

²Dagestan State Pedagogical University, Russian Federation
(57, Magomeda Yaragskogo str., Makhachkala, 367003)

³Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS, Russian Federation
(2, Balkarova str., Nalchik, 360002)

⁴Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russian Federation
(4, Gorokhovskiy Lane, Moscow, 105064)

⁵Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

Abstract: The aim is to analyze the regional landscape bases for a carbon polygon creation in the Republic of Dagestan.

Materials and methods. The material of the study was maps of landscape and physical-geographical zoning for the Republic of Dagestan. Methods of complex analysis for the typological and regional natural-territorial complexes and remote sensing materials were used. The methods of averaging, interpolation and extrapolation of data and the method of landscape analogies were used for the climatic indicators analysis.

Results and discussion. The landscape features of the carbon polygon creation are considered. A map of the carbon polygon location and its experimental key areas is proposed in relation to the physical and geographical regions of the republic, landscapes and meteorological stations.

Conclusions. The creation of a carbonic polygon and a network of its experimental sites should be based on the regional landscape features of the territory in the Republic of Dagestan.

Key words: Republic of Dagestan, carbon polygon, carbon farm, biological diversity, landscape diversity, global climate, climatic processes.

For citation: Ataev Z. V., Bratkov V. V., Nesterov Yu. A. Landscape Diversity and Current Climatic Conditions of Dagestan Republic Territory as the Basis for Carbon Polygon Creation. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografya. Geoekologiya*, 2022, no. 4, pp. 37-49. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/37-49>

REFERENCES

1. Ataev Z. V. Landshaftnaya karta [Landscape map]. *Atlas Respubliki Dagestan*, 1999, pp. 37. (In Russ.)
2. Ataev Z. V. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie [Physical and geographical zoning]. *Atlas Respubliki Dagestan*, 1999, pp. 12. (In Russ.)
3. Ataev Z. V., Bratkov V. V., Gadzhibekov M. I. ReaktivopolupustynnykhlandshaftovPrimorskoyzimmennostiDagestananasovremennye klimaticheskie izmeneniya [The reaction of semi-desert landscapes of the Coastal lowlands of Dagestan to modern climatic changes]. *YugRossii: ekologiya, razvitie*, 2014, vol. 9, no. 4, pp. 27-39. (In Russ.)
4. Ataev Z. V., Bratkov V. V., Gadzhibekov M. I. Aridnye landshafty Severnogo Kavkaza: prostranstvennaya struktura, reaktsiya na klimaticheskie izmeneniya i antropogennaya transformatsiya [Arid landscapes of the North Caucasus: spatial structure, response to climate change and anthropogenic transformation]. *Materialy VIII mezhdunarodnogo simpoziuma «Stepi Severnoy Evrazii»*, 2018, pp. 123-126. (In Russ.)
5. Beruchashvili N. L. *Landshaftnaya karta Kavkaza* [Landscape map of the Caucasus]. Tbilisi: TGU, 1992. 2 p. 1. (In Russ.)
6. Bratkov V. V., Ataev Z. V. Otsenka vliyaniya sovremennykh klimaticheskikh usloviy na prirodno-territorial'nye

© Ataev Z. V., Bratkov V. V., Nesterov Yu. A., 2022

✉ Zagir V. Ataev, e-mail: zagir05@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

kompleksy Severo-Vostochnogo Kavkaza (po materialam distantsionnogo zondirovaniya Zemli) [Assessment of the impact of modern climatic conditions on the natural-territorial complexes of the North-Eastern Caucasus (based on the materials of remote sensing of the Earth)]. *Monitoring. Nauka i tekhnologii*, 2017, no. 2 (31), pp. 6-14. (In Russ.)

7. Bratkov V. V., Zaurbekov Sh. Sh., Ataev Z. V. Reaktsiya geosistem Bol'shogo Kavkaza na sovremennye klimaticheskie izmeneniya (po materialam distantsionnogo zondirovaniya zemli) [The reaction of the geosystems of the Greater Caucasus to modern climatic changes (based on the materials of remote sensing of the earth)]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Efektivnoe razvitie gornyykh territoriy Rossii: Gornyy forum – 2016»*, 2016, pp. 110-119. (In Russ.)

8. *Global'nyy klimat i pochvennyy pokrov Rossii: otsenkariskoviekologo-ekonomicheskikh posledstviy degradatsi izemel'. Adaptivnye sistemy i tekhnologii ratsional'nogo prirodopol'zovaniya (sel'skoe i lesnoe khozyaystvo): natsional'nyy doklad* [Global climate and soil cover of Russia: assessment of risks and ecological and economic consequences of land degradation. Adaptive systems and technologies of environmental management (agriculture and forestry): national report] / A.L. Ivanov, G.S. Kust, D.N. Kozlovi dr. Moscow: Izdatel'stvo Geos, 2018. 285 p. (In Russ.)

9. *Global'nyy klimat i pochvennyy pokrov Rossii: opushtynivanie i degradatsiya zemel', institutsional'nye, infras-*

trukturnye, tekhnologicheskie mery adaptatsii (sel'skoe i lesnoe khozyaystvo): natsional'nyy doklad [Global climate and soil cover of Russia: desertification and land degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry): national report] / A.L. Ivanov, G.S. Kust, I.M. Donniki dr. Moscow: Izdatel'stvo MBA, 2019. 476 p. (In Russ.)

10. *Global'nyy klimat i pochvennyy pokrov Rossii: Natsional'nyy doklad* [Global climate and soil cover of Russia: National report] / R. S.-Kh. Edel'geriev, A. L. Ivanov, I. M. Donniki dr. Moscow: Pochvennyy institute imeni V. V. Dokuchaeva, 2021. 700 p. (In Russ.)

11. Kerimov I.A., Bratkov V.V., Bekmurzaeva L.R. Izmenchivost' klimaticheskikh usloviy aridnykh landshaftov Severnogo Kavkaza [Variability of climatic conditions of arid landscapes of the North Caucasus]. *Kollektivnaya monografiya po materialam XI Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem "Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geologii Severnogo Kavkaza (GEOKAVKAZ 2021)"*, 2021, pp. 444-449. (In Russ.)

12. Fedina A.E. Landshaftnaya karta [Landscape map]. *Atlas Dagestanskoy ASSR*, 1975, pp. 23. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 30.05.2022

Accepted: 30.11.2022

Атаев Загир Вагитович

кандидат географических наук, профессор, старший научный сотрудник Института геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, г. Махачкала, Российская Федерация; профессор кафедры географии и методики преподавания, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии Дагестанского государственного педагогического университета, г. Махачкала, Российская Федерация; старший научный сотрудник Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН, г. Нальчик, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-7731-5594, e-mail: zagir05@mail.ru

Братков Виталий Викторович

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии Московского государственного университета геодезии и картографии, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-5072-1859, e-mail: vbratkov@mail.ru

Нестеров Юрий Анатольевич

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-0637-0761, e-mail: nland58@mail.ru

Zagir V. Ataev

Cand. Sci. (Geogr.), Professor, Senior Researcher at the Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia; Professor at the Department of Geography and Teaching Methods, Director of the Research Institute of Biogeography and Landscape Ecology, Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia; Senior Researcher at the Center for Geographical Research, Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia; ORCID: 0000-0001-7731-5594, e-mail: zagir05@mail.ru

Vitaly V. Bratkov

Dr. (Geogr.) Sci., Professor, Head of the Department of Geography, Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia; ORCID: 0000-0001-5072-1859, e-mail: vbratkov@mail.ru

Yuriy A. Nesterov

Cand. Sci. (Geogr.), Associate Professor at the Department of Geocology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russia; ORCID: 0000-0002-0637-0761, e-mail: nland58@mail.ru