

ТРАНСФОРМАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУР ГОРНЫХ РЕГИОНОВ И ГОРНЫХ СООБЩЕСТВ

УДК 504.062.2;504.052

АДАПТАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДАГЕСТАНА К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ: ТЕНДЕНЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

© 2023 г. Р. Г. Грачева^{a, b, *}, В. В. Виноградова^{a, b}, Ш. С. Мудуев^c

^aИнститут географии РАН, Москва, Россия

^bВысшая школа экономики (НИУ ВШЭ), Москва, Россия

^cНаучно-исследовательский институт управления, экономики, политики и социологии ГАОУ ВО ДГУНХ,
Махачкала, Россия

*e-mail: gracheva@igras.ru

Поступила в редакцию 08.06.2023 г.

После доработки 07.08.2023 г.

Принята к публикации 25.08.2023 г.

Обобщены результаты первого этапа исследований адаптационных мер, предпринимаемых сельским населением горных территорий и администрацией Дагестана в ответ на климатические изменения. Оценка изменений климата за последние 20 лет на Восточном Кавказе с особым вниманием к горным районам Дагестана проводилась на основе данных реанализа. Выявлено, что в последнее десятилетие в среднегорье и высокогорье годовые и сезонные температуры заметно повышаются, а количество годовых и летних осадков начинает снижаться, и в целом горы Восточного Кавказа и Дагестана в частности становятся теплее и суше. Действия жителей горных территорий в области растениеводства в ответ на потепление и растущий дефицит влаги в основном направлены, как и во многих других горных сельских регионах мира, на смену сортов и культур, выращивание интенсивных садов, более устойчивых к изменениям климата, расширение ареалов плодовых культур в высотном ряду. Непредсказуемость погодных явлений вызвала активный рост тепличного хозяйства. Новые процессы активизировали сопутствующие отрасли и селекционную науку Дагестана. Инициативы населения поддержаны Программой социально-экономического развития горных территорий Республики Дагестан на 2020–2025 гг., в которой предусмотрены субсидии и гранты, прежде всего для личных подсобных хозяйств. Программа не ставит целью адаптацию к изменениям климата, но эти мероприятия объективно проявляются как поддержка адаптационных действий населения. Горные аграрные террасы Дагестана рассматриваются как потенциальный ресурс для развития сельского хозяйства в условиях изменения климата, а также как возможные объекты туризма, представляющие собой элементы историко-культурного наследия и идентичности местных ландшафтов.

Ключевые слова: тренды климатических параметров, растениеводство, направления адаптации, программа развития, интенсивные сады, аграрные террасы, туризм

DOI: 10.31857/S2587556623070087, EDN: FONGJF

ВВЕДЕНИЕ

Во многих горных регионах мира сельское хозяйство, тесно связанное с климатическими условиями и состоянием земельных и водных ресурсов, остается основой местных экономик и ключевым источником средств к существованию (FAO, 2015, 2019). Современные изменения климата, непрогнозируемые и неожиданные изменения сезонных метеорологических процессов, рост числа и интенсивности опасных природных явлений добавляют новые риски уязвимой горной среде и горным сообществам многих стран мира, влияя на продуктивность агроэкосистем, уровень доходов и безопасность населения, уси-

ливая отток населения и в целом снижая резилентность горной территории (Природно-климатические ..., 2018; Adler et al., 2022; Beniston and Stoffel, 2014, 2016; Brandt et al., 2016; Fort, 2015; Kohler et al., 2010).

Эти процессы характерны и для горных регионов Кавказа, где повышение годовых и сезонных температур, повышение экстремальности метеорологических явлений, растущие проблемы водобеспеченности несут угрозы для населения и его хозяйственной деятельности (Третий ..., 2022).

В Шестом оценочном докладе (IPCC, 2022) при анализе влияния климатических изменений на горные регионы мира рассматриваются дей-

ствия, необходимые для поддержки стабильности горных сообществ и экосистем: адаптация к климатическим изменениям, поддержка и использование традиционных знаний и аграрных практик, усиление роли планирующих институтов и разработка национальных планов развития, учитывающих климатические изменения.

Адаптация к изменению климата, согласно Рамочной конвенции ООН¹ и Национальному стандарту Российской Федерации², предполагает действия, предпринимаемые с целью снижения (или предотвращения) существующих или потенциальных рисков или использования благоприятных возможностей, связанных с изменением климата.

Адаптационные действия в горных сельских регионах мира, заметно активизировавшиеся в последнее десятилетие, направлены на стабилизацию средств к существованию. В области растениеводства они связаны либо с изменением видов аграрной деятельности, либо со сменой культур или сортов на более устойчивые к изменениям регионального или локального климата (Hussain et al., 2021; Ponce, 2020). Диверсификация культур как адаптационная мера, требующая отказа от привычных методов ведения хозяйства и не всегда дающая заметные результаты, часто вызывает недоверие горных фермеров (Labeurie et al., 2021). При этом эффективными могут быть не только действия, непосредственно мотивированные изменением климата; широкий спектр местных привычных практик может “невидимо” способствовать адаптации к изменению климата (Gruneis et al., 2018).

При нарастании климатических изменений заметным трендом становится обращение жителей горных регионов к туристическому бизнесу как дополнительному, а иногда и основному источнику доходов (Adler et al., 2022; Landscapes ..., 2019; Schmid et al., 2022; Tourism ..., 2014). В то же время индустрия туризма в горах, на которую приходится 15–20% мирового туризма, в случае усиления климатических угроз одной из первых пострадает от стихийных бедствий, а горные туристические районы могут потерять средства к существованию (Scott et al., 2012). На Кавказе, где риску лавин, дождевых и снегодождевых наводнений и связанных с ними оползней и селей подвержена значительная часть территории, в том числе особо привлекательная для туристов, климатиче-

ские угрозы требуют особого внимания и принятия адаптационных защитных мер (Доклад ..., 2017).

В условиях возрастающей климатической неопределенности особенную значимость приобретают мероприятия органов власти разного уровня в управлении климатическими рисками и их способность принимать совместные с населением решения по адаптации к климатическим изменениям. Однако часто выявляется разрыв между климатической политикой и местной реальностью, и адаптационные действия горных сообществ и местных заинтересованных сторон могут быть более значительными, чем действия их администраций на различных уровнях, которые должны возглавлять инициативы по изменению климата (McDowell et al., 2021). Анализ адаптационных действий в горных регионах Азии, Африки, Центральной и Южной Америки выявил, что их инициаторами становятся в основном отдельные фермеры или домохозяйства; реже встречаются инициативы, возглавляемые органами власти (Romeo et al., 2020). Обсуждая сотрудничество администраций и населения, представители горных районов разных стран одной из основных причин такого разрыва назвали недостаточную информированность населения как о климатических изменениях, так и о действиях властей в этом направлении (MRD Talk01, 2022). Эта проблема остается актуальной и для горных районов России, несмотря на формирование информационно-аналитической и научной основы планирования адаптации к текущим и ожидаемым изменениям климата (Третий ..., 2022). Принятый в 2023 г. Национальный план мероприятий второго этапа адаптации к изменению климата³ направлен, в частности, и на решение проблемы информации и просвещения населения, начиная с образовательной системы.

Среди других адаптационных решений проблемы изменений климата вызывает интерес использование и возрождение террасных земель и террасного земледелия в сельских горных районах (Birthal and Hazrana, 2019; Cicinelli et al., 2021; Zoumides et al., 2022). Террасное земледелие обеспечивает сохранение почвы, регулирование стока воды и возможность использования различных культур вдоль высотного градиента. В ряде стран, как и на Кавказе, такие антропогенные ландшафты веками были основой стабильности местных сообществ (Агларов, 1986, 2016; FAO, 2012; Grove and Rackham, 2003; Stanchi et al., 2012; Tarolli et al., 2014).

¹ UNFCCC 2023. United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>.

² Адаптация к изменениям климата. Принципы, требования и руководящие указания. ГОСТ Р ИСО 14090-2019. https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2020/gost_r_iso_14090-2019.pdf.

³ Распоряжение Правительства РФ Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата от 11 марта 2023 года № 559-п. <http://static.government.ru/media/files/DzVPGII7JgT7QY-RoogphpW69KKQREGTB.pdf>.

С 1960-х годов постепенный исход населения из многих горных районов мира привел к отказу от сельскохозяйственных угодий, в том числе сельскохозяйственных террас. Многие уникальные системы террас, такие как андские (FAO, 2012) или заброшенные средиземноморские террасы (Grove and Rackman, 2003; Hrdalo et al., 2019), отнесены к элементам культурной идентичности местных ландшафтов и стали одной из достопримечательностей для туристов. Аграрные террасы мира, содержащие артефакты и серию погребенных почв, являются важными источниками информации о природных процессах прошлого; именно с террасами связан, возможно, первый в истории случай торговли почвой: для террас острова Гоцо (Мальта) почву привозили на судах из Сицилии (Landscapes ..., 2019).

Среди террасированных горных территорий мира, многие из которых имеют статус объектов культурного наследия, гораздо менее известны комплексы террас Дагестана. Древнее и разнообразное террасное земледелие широко использовалось и было высокоразвитым в Дагестане, включая орошение и системы управления террасами (Агларов, 2016; Вавилов, 1936; Иессен, 1961; Skripnikova, 2002; Spenser and Hale, 1963). В настоящее время в ряде горных местностей Дагестана террасы активно используются под овощи и сады, но многие террасы, особенно удаленные от сел, заброшены. При этом заброшенные террасы сохраняют свою форму и почву, практически не имеют признаков разрушения и являются потенциальным ресурсом для растениеводства (Борисов и др., 2021).

В статье приводятся результаты первого этапа исследований адаптации населения горных территорий Дагестана к климатическим изменениям. На основе данных реанализа дана оценка изменений климата на Восточном Кавказе с особым вниманием к горным районам Дагестана. Рассматривались адаптационные действия населения в области растениеводства в ответ на потепление и растущий дефицит влаги, а также отклик на эти действия администрации и научных организаций республики. Исследования были сосредоточены преимущественно в центре Горного Дагестана и имели на этом этапе в основном качественный характер.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДЫ

Дагестан – крупнейшая из республик Северного Кавказа, протянувшаяся на 405 км с севера на юг и примерно на 213 км по широте; ее площадь составляет 50 300 км² (рис. 1). Большую часть южной половины республики занимают горы, южная граница республики проходит по Главному Кавказскому хребту с высшей точкой горы Базардюзю (4466 м). Отсюда начинается



Рис. 1. Дагестан. Районы исследования: 1 – Хунзахский, 2 – Гунибский, 3 – Левашинский, 4 – Акушинский, 5 – Чародинский, 6 – Лакский, 7 – Кулинский, 8 – Агульский.

огромный, чрезвычайно расчлененный комплекс горных хребтов и плоскогорий с глубокими речными каньонами, именуемый Горным, или Внутренним Дагестаном, занимающий около 40% всей площади республики. В центральной и южной частях высоты от 900 до 4000 м и более. На северо-западе хребты с высшей точкой 2725 м замыкают Горный Дагестан, отделяя его от гор Чечни. К северу горы снижаются до 600–1000 м, образуя цепь предгорий, изрезанных долинами и ущельями. К северу от р. Терек простирается обширная сухая степь и полупустыня Прикаспийской низменности.

Благодаря своему географическому положению, Дагестан получает значительные количества солнечного тепла. В целом климат Дагестана – умеренно-континентальный, с положительной среднегодовой температурой, за исключением самых высоких гор, с засушливыми и полузасушливыми низменностями, характеризующийся постепенным увеличением влажности

в горах с высотой, кроме высокогорного пояса. Внутренний Дагестан защищен предгорными хребтами от воздушных течений, несущих влагу (Акаев, 1996).

По Закону Республики Дагестан о горных территориях⁴ к таковым относятся территории, лежащие выше 500 м над ур. м.; из них территории, лежащие выше 2000 м, отнесены к зоне особых условий. К горным относятся 33 муниципальных района, в которых, согласно официальным сведениям, проживает около 30% населения республики, т.е. около 950 тыс. человек (Основные ..., 2022; Программа ..., 2020). В горах расположены 1166 населенных пунктов (70% населенных пунктов республики). Среди них 184 селения находятся выше 2000 м, 407 на высотах 1500–2000 м, 384 на высотах 1000–1500 м и 191 селение в предгорьях на высотах 500–1000 м. Более 470 селений расположены в отдаленных труднодоступных местах (Программа ..., 2020).

В горах сосредоточено около 42% сельскохозяйственных угодий Дагестана; более 50% из них составляют пастбища и сенокосы, продуктивность которых выше, чем в низинных районах; остальные угодья используются под пашню (17%) и под многолетние насаждения (27%) (Основные ..., 2022; официальные сайты Республики Дагестан). Около 80% сельскохозяйственной продукции выращивается в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) и мелких фермерских хозяйствах; доля этих форм хозяйствования в горах составляет более 90% (Основные ..., 2022).

Основным занятием горцев является животноводство, но растениеводство, в прошлом сосредоточенное в основном на сельскохозяйственных террасах, до сих пор играет значительную роль. Традиционное садоводство Горного Дагестана занимает склоны в пределах 400–1200 м, местами до 1400–1800 м. Горные фрукты выращиваются на экологически чистых, свободных от химических удобрений землях и пользуются популярностью как в республике, так и в других регионах. Абрикосовые косточки также используются для приготовления местного деликатеса – урбеча, который с успехом продается по всей стране. Целые горные села до сих пор специализируются на выращивании абрикосов и персиков, особенно по склонам долин рр. Сулак и Самур и их притоков. Террасы ряда горных районов полностью заняты капустой как товарным продуктом⁵.

Сельскохозяйственные террасы занимают площадь более 2000 км² на склонах от 400 до

2100–2400 м и представляют собой уникальный резерв плодородных эрозионно-устойчивых почв (Борисов и др., 2021). Основной массив террас расположен в центральной известняковой части Горного Дагестана на высотах от 1000 до 1800–2100 м. Широкие террасы с земляными откосами в прошлом использовались под высокоинтенсивное земледелие: здесь практиковались трехъярусные посадки, когда на одном поле росли зерновые, бобовые и бахчевые, а края полей занимали плодовые деревья; травянистые склоны использовались как сенокосы (Агларов, 2016). Узкополосные террасы, которые были заняты когда-то виноградниками и садами, заброшены, но на многих широких террасах выращивают овощи и картофель. Например, более половины производства дагестанской капусты приходится на два района Горного Дагестана (Левашинский и Акушинский), где капуста более пятидесяти лет выращивается на террасах, заменив картофель (рис. 2). В настоящее время почти все население этих районов занято в капустном агробизнесе⁶. Недостаток воды, который становится все заметнее, требует модернизации поливов, подбора сортов капусты и диверсификации культур.

В южной части Горного Дагестана на сланцевых породах террасы занимают склоны от 1200 до 2100–2400 м; многие из них используются под сады. Почвы их пригодны для механизированной обработки, и в 1930–40-е годы новые пахотные террасы строились с использованием бульдозера (Борисов и др., 2021). Замечено, что древние террасы, сооруженные вручную и веками бережно возделываемые, не поддаются эрозии, как это происходит на “бульдозерных террасах” (Бозиев, 2008).

Сбор данных. Исследования проводилось летом 2022 г. и были сосредоточены преимущественно в центре Горного Дагестана, охватив 8 административных районов, сильно различающихся по численности и структуре населения, площади, преобладающим высотам и производству основных сельскохозяйственных культур (табл. 1). Общая численность населения изучаемой территории составляет около 242 600 человек.

Сбор данных и полевые наблюдения были направлены на выявление реакции населения и местных властей на изменение климата, а также на свидетельства туристической деятельности в горных селениях. Выводы основаны на информации, полученной из Программы социально-экономического развития горных территорий Республики Дагестан (Программа ..., 2020), Нацио-

⁴ Закон Республики Дагестан от 16 декабря 2010 года № 72 О горных территориях Республики Дагестан. <https://docs.cntd.ru/document/895279692>.

⁵ midag.ru 2020. https://midag.ru/2020/09/24/levashinskiy_rayon_dagestana.

⁶ <https://www.agbz.ru/articles/vyiraschivanie-kapusty-opyit-fermerov-dagestana/>; https://midag.ru/2020/09/24/levashinskiy_rayon_dagestana.

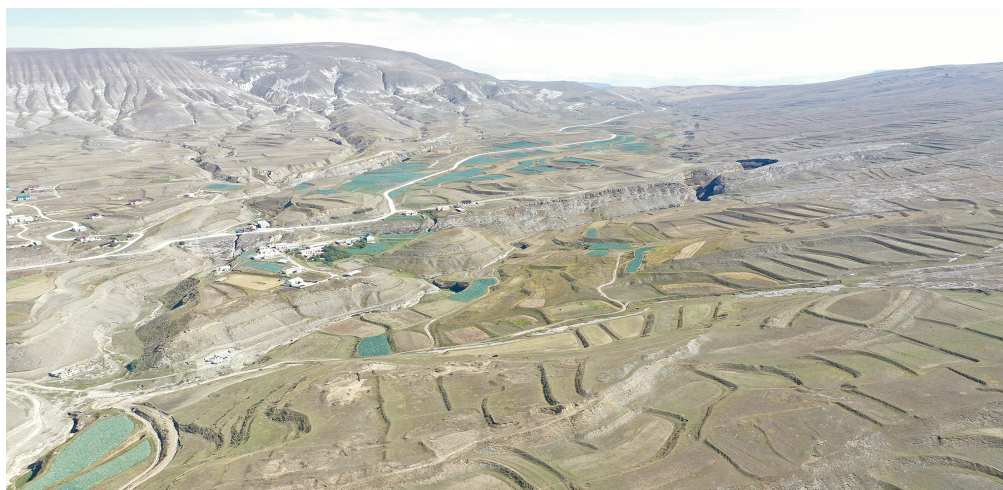


Рис. 2. Террасы с капустными полями в Левашинском районе Дагестана. Фото И.А. Идрисова.

нального⁷ и Регионального⁸ планов действий по адаптации к изменениям климата, официальных и научных сайтов, СМИ, встреч в республиканских и местных администрациях и неформальных бесед с предпринимателями и местными жителями. Темы бесед, в которых приняли участие более 25 человек, были посвящены в первую очередь вопросам, связанным с изменениями климата, возможностями адаптации к ним и ролью туризма в доходах населения. Информация была получена также в ходе участия в Рабочем совещании Общественной палаты Дагестана, где с отчетами о выполнении программы развития горных территорий выступали представители 33 горных районов.

Были совершены обзорные выезды в горные районы; особое внимание уделялось состоянию и использованию земельных угодий, аграрных террас, наличию теплиц, садов. Также отмечалось наличие туристической инфраструктуры в селениях (гостиницы и гостевые дома, кафе, реклама и вывески, рассчитанные на иногородних, обилие уличных торговых точек). На данном этапе исследования мы ограничили посещение горных селений визуальным осмотром и качественной оценкой, без количественных выводов.

Оценка современных изменений климата была выполнена с использованием данных современного реанализа высокого разрешения ($0.1^\circ \times 0.1^\circ$)

⁷ Распоряжение Правительства РФ Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата от 11 марта 2023 года № 559-р. <http://static.government.ru/media/files/DzVPGII7JgT7QY-RooqphpW69KKQREGTB.pdf>.

⁸ Региональный план адаптации к изменениям климата. Распоряжение Правительства Республики Дагестан от 11 октября 2022г., № 459-р. <http://pravo.e-dag.ru/document/05002009756/>.

ERA5-Land⁹, который объединяет данные модели с наблюдениями со всего мира в глобально полный и непротиворечивый набор данных с использованием законов физики. По результатам реанализа ERA5-Land была проведена оценка средних годовых и среднесезонных температур, суммы активных температур (температура воздуха выше 10°C), осадков, продолжительности безморозного периода в условиях современного потепления (2000–2020 гг.). Для различных высотных поясов рассчитывались изменения и линейные тренды характеристик тепло- и влагообеспеченности. Линейные тренды температуры и осадков по данным реанализа ERA-5-Land рассчитаны для периода 2000–2020 гг., для Восточного Кавказа, $41^\circ\text{--}45^\circ$ с.ш. $45^\circ\text{--}49^\circ$ в.д. Оценка значимости изменений и трендов проводилась по t -критерию Стьюдента. Более подробно изменения климата оценивались на примере четырех административных районов Горного Дагестана: Агульского, Кулинского, Лакского и Чародинского, где сельскохозяйственные угодья поднимаются до 2500 м и выше.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Климатические изменения и последствия для растениеводства. На Северном Кавказе на всех метеостанциях наблюдается положительный тренд средних годовых и сезонных температур и незначимый тренд годовых осадков за период 1976–2018 гг. (Доклад ..., 2021). За последние 30 лет летние температуры повысились в среднем на $0.5\text{--}0.7^\circ\text{C}$. В режиме осадков происходит небольшое увеличение влагообеспеченности весной и осенью и отме-

⁹ Copernicus. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset>.

Таблица 1. Некоторые данные о районах исследования, Дагестан

Район Центр	Площадь, км ²	Население, чел. (2021)	Диапазон высот, высота центра, м над ур. м.	Сельско- хозяйственные угодья, га	Пашня, га	Основные культуры
Хунзахский Хунзах	551.91	31 000	1500–2000 1658	108 200	9 000	Фрукты, овощи
Гунибский Гуниб	609	25 800	1500–2100 1234	158 300	7 000	Фрукты, овощи
Чародинский Цуриб	894	13 600	2000–3000, 1500	131 300	760	Картофель, овощи
Лакский Кумух	700	12 000	400–2000, 1539	104 800	4 400	Фрукты, овощи
Агульский Тпиг	793	10 400	2000–3000, 2074	70 500	1 200	Картофель, овощи
Кулинский Вачи	651	10 400	2000–3000, 1747	120 924	2 909	Картофель, овощи
Акушинский Акуша	622	59 000	1300–2500, 1353	62 300, из них на территории района 54 382	20 600, из них на территории района 12 978	Капуста, карто- фель, овощи
Левашинский Леваши	813	80 400	1200–1500 1269	78 526	14 200	Капуста, овощи, картофель

Источник. Официальные данные районных администраций.

чается слабая тенденция к аридизации зимой и летом (Тогоров et al., 2019). В Докладе о климатических рисках на территории Российской Федерации (2017) указывается увеличение экстремальности осадков на Северном Кавказе, что ведет к росту высоких уровней воды при дождевых и снегодождевых паводках, сходу оползней и селей. На этом фоне проявляется дефицит водных ресурсов для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения (Третий ..., 2022).

Оценка климатических условий восточной части Северного Кавказа за период 2000–2020 гг. показывает повышение летних, зимних и среднегодовых температур. Наблюдаются значительные положительные тренды среднегодовых и сезонных температур, которые в последнее десятилетие (2011–2020 гг.) повышались на всех высотах, кроме районов ниже 500 м над ур. м. (табл. 2). Максимальный рост температур отмечался в среднегорье, на высотах от 500 до 2000 м над ур. м. Продолжительность безморозного периода увеличивается на всех высотах, но сильнее всего в высокогорье – на 6–7 дней. Осадки имеют отрицательный тренд как в целом за год, так и в летний и зимний сезоны, причем отрицательные тренды увеличились по абсолютной величине за последний период (2011–2020 гг.). Максимальные тренды наблюдаются на высотах до 2500 м над ур. м. (см. табл. 2).

В целом, в период после 2010 г. на равнинах рост температуры, особенно летом, замедляется, а количество летних осадков уменьшается. В среднегорье и высокогорье температура продолжает заметно повышаться, а количество годовых и летних осадков начинает снижаться. В целом горы Восточного Кавказа и Дагестана в частности становятся теплее и суше.

В условиях современного потепления климата во всех ключевых районах исследования наблюдается значимый рост среднегодовых температур приблизительно на 0.4°C за 10 лет (табл. 3). Продолжительность безморозного периода заметно увеличивается на высотах выше 2000 м – на 6–9 дней, ниже 2000 м увеличивается на 2–3 дня (Лакский и Чародинский районы), либо не изменяется (Агульский и Кулинский районы). На всех высотных уровнях заметно – более чем на 100°C – выросли суммы активных температур выше +10°C. Этот показатель означает биологический минимум температуры, необходимый для развития некоторых растений. Например, для созревания абрикоса ранних сортов требуется 1160–1250°C активных температур, для поздних – 1730–2150°C, для созревания плодов персика ранних сортов – 1000–1190°C, для средних 1500–1700°C (Лосев, 1994). Из-за потепления высотный предел созревания фруктов – слив, абрикосов, персиков – увеличился до 2100 м и даже выше, особенно в Агульском и Лакском рай-

Таблица 2. Линейные тренды температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) и осадков ($\text{мм}/10$ лет) по данным реанализа ERA-5-Land (2000–2020) для Восточного Кавказа 41° – 45° с.ш. 45° – 49° в.д.

H , м над ур. м.	T год		T лето		T зима		Осадки год		Осадки лето		Осадки зима	
	2000–2020	2011–2020	2000–2020	2011–2020	2000–2020	2011–2020	2000–2020	2011–2020	2000–2020	2011–2020	2000–2020	2011–2020
0–500	0.51	1.15	0.72	0.00	0.37	2.33	–38.6	–83.4	–13.1	–36.7	–2.2	–21.7
500–1000	0.66	1.45	0.68	0.93	1.02	2.35	–63.9	–218.9	–23.5	–79.8	–0.6	–36.0
1000–2000	0.62	1.41	0.61	0.73	0.89	2.06	–70.1	–209.6	–26.4	–83.1	–1.8	–17.7
2000–2500	0.57	1.45	0.62	0.77	0.71	1.91	–55.0	–158.3	–22.6	–59.6	–3.8	–14.7
2500–2800	0.55	1.47	0.61	0.81	0.66	1.79	–39.1	–125.0	–13.9	–44.9	–5.2	–16.1
2800–3000	0.58	1.55	0.66	0.92	0.68	1.82	–43.4	–126.4	–21.7	–51.7	–5.7	–21.2
3000–3500	0.56	1.57	0.62	0.89	0.64	1.86	–52.9	–152.7	–18.9	–50.3	–5.2	–13.4
3500–5000	0.56	1.55	0.61	0.89	0.63	1.72	–52.6	–133.6	–20.7	–31.8	–5.3	–11.2

Примечание. Значимые тренды выделены жирным шрифтом.

Таблица 3. Изменения климатических характеристик в 2011–2020 гг. по сравнению с 2000–2010 гг. на разных высотах по данным ERA-5 для некоторых горных районов Дагестана

H , м над ур. м.	T год, $^{\circ}\text{C}$			Осадки год, мм			$\Sigma T > +10^{\circ}\text{C}$			Безморозный период		
	2000–2020	2011–2020	раз-ность	2000–2020	2011–2020	раз-ность	2000–2020	2011–2020	раз-ность	2000–2020	2011–2020	раз-ность
	1	2	2–1	1	2	2–1	1	2	2–1	1	2	2–1
Агульский район, 41.5° – 41.8° с.ш., 47.3° – 47.6° в.д.												
1000–2000	3.2	3.5	0.36	1029	964	–65	1427	1559	132	183	183	0.0
2000–2500	1.7	2.1	0.36	981	935	–46	1094	1200	105	159	165	5.8
2500–2800	1.7	2.1	0.37	987	939	–48	1100	1209	110	159	166	6.8
2800–3000	–0.5	–0.2	0.36	1047	993	–54	520	620	100	130	135	5.1
3000–3500	–0.2	0.1	0.34	998	958	–41	612	689	77	133	140	6.7
>3500	1.5	2.0	0.43	985	897	–89	1018	1142	124	163	170	6.4
Кулинский район, 41.6° – 42.0° с.ш., 47.0° – 47.3° в.д.												
1000–2000	3.2	3.6	0.44	1022	940	–82	1415	1566	151	187	187	–0.4
2000–2500	1.2	1.5	0.34	1030	977	–53	949	1051	101	154	161	6.6
2500–2800	1.4	1.8	0.37	1041	974	–66	1003	1116	112	159	164	5.3
2800–3000	–0.4	–0.1	0.35	990	942	–48	580	674	94	132	138	5.8
3000–3500	0.7	1.1	0.41	985	913	–72	830	945	115	150	155	5.7
Лакский район, 42.0° – 42.2° с.ш., 47.0° – 47.2° в.д.												
1000–2000	2.9	3.2	0.33	1169	1117	–52	1336	1447	112	168	171	2.8
2000–2500	2.1	2.4	0.31	1001	971	–31	1141	1242	102	160	165	4.6
2500–2800	2.1	2.5	0.34	1101	1056	–45	1163	1265	101	160	165	4.6
2800–3000	–1.0	–0.6	0.33	862	840	–22	470	555	86	122	127	4.8
3000–3500	–2.1	–1.8	0.38	969	928	–40	272	367	95	109	114	4.1
Чародинский район, 41.9° – 42.4° с.ш., 46.7° – 46.9° в.д.												
1000–2000	3.8	4.1	0.34	1211	1165	–47	1588	1727	138	173	175	1.8
2000–2500	0.9	1.2	0.36	1184	1133	–51	909	1003	95	143	150	6.3
2500–2800	0.2	0.5	0.33	1157	1137	–19	744	832	88	133	138	5.7
2800–3000	–1.2	–0.7	0.44	1062	995	–67	432	529	97	124	133	8.9
3000–3500	–0.5	–0.1	0.40	1080	1022	–58	579	667	88	132	141	8.9
>3500	–2.2	–1.8	0.41	1113	1049	–63	259	351	92	107	114	6.9

Примечание. Значимые тренды выделены жирным шрифтом.

онах. В то же время во всех районах можно отметить снижение увлажнения.

Повышение границ сельскохозяйственных угодий отмечается в последнее десятилетие во многих горных регионах мира. Особенно это заметно по динамике границ пастбищных лугов, нижние границы которых поднимаются выше, уступая место земледелию или лесному хозяйству, а верхние приближаются к бывшим снеговым линиям (Casale et al., 2023; Shi et al., 2018).

Одно из наиболее заметных последствий изменения климата в Горном Дагестане – растущий дефицит воды, вызванный как уменьшением количества осадков, так и сокращением снежного покрова в горах, что происходит во многих горных регионах мира (Beniston and Stoffel, 2014). По сообщениям на заседании Общественной палаты Дагестана (июнь 2022 г.), за последние 5–10 лет в одном Хунзахском районе исчезло 160 родников, питающих огороды, сады и домашний скот местных жителей; многие горные ручьи мелеют. Повышение летних температур, волны тепла, достигающие высоты 1500 м и выше, недостаток влаги угнетают местные сорта сельскохозяйственных культур и снижают урожайность. Ожидания урожая могут не оправдываться и из-за непредсказуемости погоды, особенно весной и в начале лета.

Основные выводы о последствиях изменения климата были получены из ответов как местных жителей, так и представителей республиканской администрации. Ответы были практически одинаковыми как со стороны фермеров, для которых сельское хозяйство является основным фактором жизнеобеспечения, так и со стороны органов власти, ответственных за поддержку горного населения в условиях изменения климата. Многие члены региональной администрации – выходцы из горных селений, поэтому специфика жизни и хозяйства в горных условиях им хорошо известна.

АДАПТАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ РАЙОНОВ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ: “ДЕЙСТВИЯ СНИЗУ”

Попытки адаптации жителей к замечаемым ими изменениям климата – потеплению, недостатку воды, изменению сезонных погодных закономерностей – начались примерно 5 лет назад. В последние 2–3 года эти действия активизировались, в том числе благодаря поддержке властей Дагестана, решения которых с некоторым опозданием последовали за инициативами горского населения.

Важно отметить, что действия жителей горных районов, вызванные влиянием изменения климата на сельское хозяйство, активизировали не только другие отрасли, но и селекционную науку

Дагестана. Рассмотрим наиболее заметные и эффективные действия, начатые с низового уровня.

Изменение сортов сельскохозяйственных культур; выбор сортов, более устойчивых к недостатку влаги и перепадам температуры. Особенно это относится к овощным культурам, прежде всего к капусте белокочанной, на которой держится благополучие ряда горных районов. Эта проблема обусловила необходимость сотрудничества фермеров с селекционными институтами и семеноводческими организациями. При невозможности закупок за рубежом и недостаточности в Дагестане мощностей для обеспечения фермеров необходимым семенным материалом спрос на новые сорта и семена стал вызовом для соответствующих организаций и республиканской администрации. Этот пробел частично ликвидируется за счет закупок в соседних регионах, прежде всего в Ставропольском крае с развитой системой селекции и семеноводства, но в последние годы первостепенное внимание стало уделяться развитию семеноводства, прежде всего деятельности Дагестанской опытной станции (филиал ВИР – Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова)^{10, 11}.

Развитие тепличного овощеводства в широком высотном диапазоне. Необходимость в теплицах возникла из-за непредсказуемости весенней и ранней летней погоды в горах: неожиданных заморозков, снегопадов и града, а также из-за перепадов суточных температур. Теплицы в первую очередь используются для выращивания помидоров как одного из товарных продуктов, и решают проблему нестабильности урожая и доходов. Часть теплиц, расположенных в предгорьях и на южных склонах, не требует отопления; в других случаях теплицы отапливаются газом или электричеством. Теплицы за короткое время заняли многие участки террас вблизи селений. Если в 2006 г. теплицы занимали чуть больше 8 га, то в 2022 г. площади тепличных хозяйств выросли до 700 га, и ежегодно вводятся новые современные тепличные комплексы¹². Спрос на теплицы вызвал резкую активизацию деятельности предприятий, производящих современное тепличное оборудование, пытающихся преодолеть зависимость от импортных технологий и комплектующих¹³. Одной из идей, продвигаемых различными заин-

¹⁰riadagestan.ru 2022. https://riadagestan.ru/news/the_government_of_the_v_dagestane_vozrozhdaetsya_semenovodstvo_belokochannoy_kapusty/.

¹¹rg.ru 2021. <https://rg.ru/2021/10/26/reg-skfo/v-dagestane-sozdadut-centr-dlia-razvitiia-regionalnogo-semenovodstva.html>.

¹²Dagpravda 2022. <https://dagpravda.ru/ekonomika/otkrytie-zakrytogo-grunta-3/>.

¹³Agroinvestor 2022. <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/37683-v-dagestane-otkrylsya-teplichnyy-kompleks-po-vyrashchivaniyu-tomatov/>.



Рис. 3. Интенсивные сады в предгорьях Дагестана. Фото Ш.С. Мудуева.

тересованными сторонами, является строительство теплиц на террасированных южных склонах с использованием солнечной энергии для выращивания субтропических культур.

Расширение ареала садоводства до 2000 м. Плодовые деревья, которые в высокогорных селениях были бесплодными, начали плодоносить примерно в последние 8–10 лет (по личным сообщениям местных жителей). Это дало стимул жителям сажать фруктовые сады за пределами их обычной зоны произрастания. Новые процессы вызвали интерес у научного сообщества Дагестана. Селекционерами Горного ботанического сада Дагестанского научного центра РАН местные сорта из генетического резерва аборигенной селекции были перенесены путем клонирования из исходных местообитаний (700–1100 м над ур. м.) в новые (1750–2000 м над ур. м.); выявлены пути их использования в селекции и садоводстве. Новые сорта абрикоса, персика и сливы устойчивы к перепадам температур, весенним заморозкам и пригодны для производства сухофруктов; помимо отечественных сортов использовались генетические ресурсы, полученные из Таджикистана и Армении (Асадулаев, Магомедмирзаев, 2018).

Развитие интенсивных садов. Эта идея была прямым ответом на изменение климата и поиском способов поддержки сельского хозяйства в горах. Интенсивные и суперинтенсивные сады широко распространяются в мире в последние десятилетия. Основные цели выращивания интенсивных садов — максимизация урожайности за счет плотной посадки большого количества деревьев на единицу площади, снижение уязвимости деревьев к недостатку влаги и колебаниям

температуры и быстрая окупаемость. Кроме того, это трудоемкое производство, создающее рабочие места, что имеет большое социальное значение для горных районов (Мудуев, 2022; Шахмирзоев и др., 2017; Aznar-Sánchez et al., 2011). Важным компонентом интенсивных садов являются рассадники и плодохранилища, требующие значительных инвестиций в инфраструктуру. Именно поэтому в Дагестане первая инициатива исходила в основном от крупных фермерских хозяйств, но быстро распространилась среди мелких семейных ферм и ЛПХ, а затем вошла в Программу социально-экономического развития горных районов республики до 2025 г. (рис. 3).

Интенсивные сады особенно актуальны для Восточного Кавказа и Малого Кавказа, территорий с недостатком влаги, где необходима адаптация населения к изменению климата. В качестве примера можно привести Армению, в которой посадка интенсивных садов и модернизация ирригационных систем являются одним из способов повышения устойчивости сельских районов к изменению климата (MRD Talk01, 2022).

Развитие садов лечебных культур. Новая инициатива, предложенная учеными Дагестана, — создание так называемых горных лечебных садов с культурами, содержащими большое количество биологически активных веществ из коллекции видов Горного ботанического сада. Работа по интродукции таких культур в разные зоны высотного ряда уже ведется селекционерами Ботанического сада. Создание лечебных садов будет иметь важное социальное значение: они могут стать базой для выращивания лекарственных растений на неиспользуемых в настоящее время горных тер-

расных землях для биофармацевтической промышленности; появятся новые рабочие места в трудоизбыточных горных районах (Асадулаев, Магомедмирзаев, 2018). Лечебные сады не являются прямым ответом на изменение климата, но направлены на поддержку населения в условиях неопределенности и нестабильности доходов от сельского хозяйства.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И АДАПТАЦИИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ (“РЕШЕНИЯ СВЕРХУ”)

Региональный план адаптации к изменению климата принят в Дагестане в декабре 2022 г.¹⁴, когда завершился первый этап Национального плана мероприятий адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.¹⁵ Региональный План содержит обобщенную информацию об изменениях климата в республике, перечень опасных природных явлений, а также ранжирование адаптационных мероприятий, сформулированных в самом общем виде и без привязки к определенным местностям. Основное внимание в Плате уделяется северным территориям республики, особенно подверженным засухе и пожарам, а также высокой паводковой опасности в низовьях рр. Сулак, Самур и Терек. Помимо риска чрезвычайных ситуаций, для всего Дагестана отмечаются ранние и поздние заморозки, летние ливневые осадки, повышение температуры воздуха, снижение количества осадков в виде дождя и снега, рост скорости и продолжительности ветра. Все эти негативные факторы представляют чрезвычайную опасность для развития сельского хозяйства и стабильности населения, в том числе в горных районах.

Для поддержки горных районов, повышения доходов и уровня жизни сельского населения значительным шагом стало принятие Программы социально-экономического развития горных территорий Республики Дагестан на 2020–2025 гг. и ее ежегодная актуализация. Хотя Программа не ставит целью адаптацию к изменениям климата, эти мероприятия объективно поддерживают адаптационные действия населения.

Программа включает в себя реальные меры по финансированию водоснабжения, модернизации ирригационных систем, производства и сбыта сельскохозяйственной продукции, а также развития туристической инфраструктуры как важного

фактора занятости населения. Отдельно в Программе выделены конкретные меры поддержки в виде субсидий и грантов для ЛПХ. Прежде всего это продолжающаяся с 2020 г. и ежегодно расширяющаяся программа грантов на закладку садов интенсивного типа. В 2022 г. площадь интенсивных садов превысила 4 тыс. га, и эта площадь быстро увеличивается, включая территории водосберегающего капельного орошения¹⁶. Агрономическое сопровождение посадок и дальнейшее наблюдение проводят местные опытные специалисты. Развитие плодоводства, в свою очередь, вызвало необходимость поддержки пчеловодства в условиях критических потерь пчел-опылителей в последние годы во всем мире, включая Кавказ.

Субсидии ЛПХ на приобретение малогабаритной сельскохозяйственной техники особенно важны в условиях мелкоконтурности горных угодий. Прямым ответом на инициативы населения можно считать субсидирование строительства малогабаритных теплиц. Программа поддерживает сельскохозяйственные организации и относительно крупные хозяйства: это субсидирование приобретения оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции и производства продуктов питания, строительства логистических центров хранения сельскохозяйственной продукции. Также выделяются субсидии на создание и модернизацию промышленных предприятий, которые могут создать новые рабочие места в горных районах Дагестана.

Помимо Программы, из регионального бюджета выделяются гранты на развитие семеноводства и селекцию научным и научно-производственным организациям. В результате Федеральный аграрный научный центр республики и Дагестанская опытная станция существенно увеличили производство семян овощных культур; демонстрационные площадки размещены в разных районах республики¹⁷.

Программа ежегодно актуализирует список мероприятий, увеличивая бюджет поддержки. В 2019 г. в республиканском бюджете на реализацию мероприятий Программы были выделены 1.85 млн рублей. В 2020 г. – 60 млн руб., а в 2021 и 2022 гг. – по 90 млн руб. Интересно проследить динамику подачи заявок на финансовую поддержку. В 2019 и 2020 гг. подавалось менее 30 заявок в год; в 2021 г. было подано 199, поддержано 152, из них 139 – поддержка ЛПХ. В 2022 г. подано 349, поддержана 221 заявка, из них 209 – под-

¹⁴Региональный план адаптации к изменениям климата. Распоряжение Правительства Республики Дагестан от 11 октября 2022 г., № 459-р. <http://pravo.e-dag.ru/document/05002009756/>.

¹⁵Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 года № 3183-р Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года. <https://docs.cntd.ru/document/564102934>.

¹⁶Fertilizer 2022. <https://www.fertilizerdaily.ru/20220531-v-dagestane-intensivno-razvivaetsya-sadovodstvo/>.

¹⁷riadagestan.ru 2022. https://riadagestan.ru/news/the_government_of_the_v_dagestane_vozrozhdaetsya_semenovodstvo_belokochannoy_kapusty/; rg.ru 2021. <https://rg.ru/2021/10/26/reg-skfo/v-dagestane-sozdadut-centr-dlia-razvitiia-regionalnogo-semenovodstva.html>.

держка ЛПХ (данные Минэкономразвития РД). Основную роль в росте обращений за поддержкой сыграло широкое размещение информации и содействие в оформлении необходимых документов в многофункциональных центрах муниципальных образований.

Необходимо подчеркнуть, что многие меры поддержки действий сельских производителей реализуются вслед за тем, как эти действия уже стали предприниматься населением горных районов. Поддержка малых хозяйств играет не только финансовую роль, это и сигнал населению о возможностях сотрудничества администрации и горного сообщества. При этом в Программе нет упоминания климатических проблем, однако многие предпринимаемые действия “работают” на адаптацию к климатическим изменениям.

Несмотря на заметную поддержку развития горных территорий, одной из основных проблем сельского хозяйства Дагестана остается снижение качества почв, недостаток удобрений и активизация почвенной эрозии. Давно назрела необходимость широких агрохимических исследований почв и возобновления противоэрозионных мероприятий, что требует государственной поддержки¹⁸.

В марте 2023 г. в стране был принят Национальный план мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.¹⁹ Второй этап содержит 17 мероприятий, которые сгруппированы в федеральный, отраслевой и региональный блоки. В каждом блоке, в том числе, уделено большое внимание информации и просвещению населения, начиная с образовательной системы. Информация должна касаться как изменений климата и прогнозов, так и практических мер адаптации к этим изменениям и мер, исходящих от лиц, принимающих решения. Региональный адаптационный план Дагестана должен актуализироваться, следуя второму этапу Национального плана адаптации к изменениям климата.

ТУРИЗМ: АЛЬТЕРНАТИВА СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ ИЛИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ДОХОДА

Адаптация населения гор мира к климатическим изменениям для сохранения доходов реализуется в том числе в смене деятельности, включая обращение к обслуживанию растущего потока туристов (IPCC, 2022). Дагестан в последние годы переживает настоящий туристический бум. В

2021 г. республику посетило 1 085 000 туристов, а в 2022 г. это число увеличилось более чем на 43%²⁰. Каспийское море, горы, историческое наследие привлекают туристов с разными интересами, а погодные условия благоприятны для активного туризма под открытым небом 20–30 дней в месяц в течение всего года, для пассивных форм рекреации (например, солнечные и воздушные ванны) более 3.5 месяцев (Виноградова, 2022). Поток в горы составляет основную массу туристов; обычно это короткие экскурсии на автомобилях, осмотр природных и исторических достопримечательностей. Жители горных сел вовлечены в туристский бизнес в основном торговлей сувенирами и фруктами в сезон, оказанием транспортных услуг и открытием многочисленных точек общепита с местной кухней. В 2022–2023 гг. стало заметно расти количество гостевых домов в горных селениях, стал развиваться аграрный туризм, прежде всего в районах садоводства, очень востребованный городскими жителями Дагестана. Согласно официальным данным, в 2022 г. в сфере аграрного туризма появилось 120 гостевых домов, что в два раза больше ожидаемого²¹.

По сообщениям представителей администрации Дагестана и местных жителей, туризм является лишь дополнительным источником дохода горского населения; однако многие молодые люди бросают сельскохозяйственную деятельность, чтобы работать в индустрии туризма. Качественной оценки реального вклада горного туризма на экономику республики и доходов местных сообществ найти не удалось. На качественном уровне исследований можно отметить снижение сельскохозяйственной активности в крупных населенных пунктах (например, Гуниб) в связи с переориентацией части населения на туризм. Примерно такие же закономерности выявлены в Грузии при исследовании соотношения доходов от туризма и сельского хозяйства в условиях роста туристических потоков (Salukvadze and Backhaus, 2020). В то же время растущее количество теплиц, площадей интенсивных садов, деятельность капустных хозяйств демонстрируют рост сельскохозяйственной активности. К тому же развитие туризма требует роста и появления дополнительных услуг, в том числе продукции местных хозяйств.

Помимо популярных туристических маршрутов и объектов Дагестана, республика обладает возможностью расширения этого списка за счет уникального комплекса аграрных террас, которые могут стать еще одной визитной карточкой республики (Грачева, Идрисов, 2021). Дагестан — один из признанных мировых центров древних

¹⁸Ахмедагаев А.М. Современное состояние плодородия почв Дагестана. 2022. <https://lezgigazet.ru/archives/306013>.

¹⁹Распоряжение Правительства РФ Об утверждении национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата от 11 марта 2023 года № 559-п. <http://static.government.ru/media/files/DzVPGII7JgT7QY-RoogphpW69KKQREGTB.pdf>.

²⁰Mintourism 2022. <https://mintourismrd.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti/>.

²¹Mintourism 2022. <https://mintourismrd.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti/>.

террасных технологий, возникновение которых относят к бронзовому – началу железного веков; расцвет террасного строительства пришелся на средние века (Агларов, 1986, 2016; Скрипникова, 2007). Разнообразные террасные комплексы – свидетельства устройства жизни общества, создавшего грандиозные культурные ландшафты, соотношения индивидуального и общинного труда, накопления и передачи знаний; в них воплощены взаимоотношения горного общества и природы в прошлом. Включение террас в список туристических объектов республики не только даст толчок научному и образовательному туризму, но и повысит интерес хозяев гостевых домов к местному ландшафту и его истории, связанной с историей Дагестана, может косвенно послужить замедлению оттока населения. Пример, когда жители горного района, принимающие туристов, сами становятся заинтересованными гидами для туристов, приведен в работе, описывающей развитие туризма в районе Лагодехи, Грузия (Schmid et al., 2022).

При всей привлекательности туризма и растущем интересе к нему, его продвижение в отдаленные горные районы вызывает опасения по поводу сохранения местных культур, размывания традиционных ценностей, коммерциализации культуры и утери навыков взаимоотношений населения с горной средой (Applis, 2022). Появление населения, опытного в туристическом бизнесе, может вытеснить местных жителей из этой индустрии, или разделить территорию “социально-географической границей” на процветающую туристическую и маргинализирующую сельскую периферию, теряющую население.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка изменений климата на Восточном Кавказе, включая Дагестан, показала, что климат в регионе становится теплее и суше, при этом скорости потепления и аридизации выше в горах, чем на равнине. Активизация опасных природных явлений, нарушение сезонных погодных закономерностей и растущий дефицит воды стали заметно отражаться на эффективности традиционного земледелия жителей горных территорий. Реакция жителей на эти изменения в Дагестане оказалась в русле процессов, отмечаемых во многих горных регионах мира (Adler, 2022). Прежде всего – это смена привычных сортов выращиваемых культур, изменение самих культур, смена или появление дополнительных видов сельскохозяйственной деятельности, наиболее устойчивых к текущим изменениям климата (таких как интенсивные сады); наконец, это использование расширения агроклиматических ареалов культур в высотном ряду. Эти действия, предпринимаемые с целью снижения потенциальных рисков для сельского хозяйства, а также использование

благоприятных возможностей, связанных с изменением климата, можно рассматривать как меры адаптации к изменениям климата, инициированные самими жителями. Важно отметить, что адаптационные действия жителей активизировали не только ряд других отраслей, таких как индустрию создания теплиц, систем капельного орошения, но и селекционную науку Дагестана.

Программа социально-экономического развития горных территорий Республики Дагестан на 2020–2025 гг., принятая для поддержки горных районов, повышения доходов и уровня жизни сельского населения, не ставя целью адаптацию к изменениям климата, объективно оказала существенную поддержку адаптационным действиям населения. Разработанная вслед за инициативами населения и местных предпринимателей, Программа подчеркивает роль ЛПХ и малых фермерских хозяйств в развитии горных территорий, адресуя гранты и субсидии в эти преобладающие в горах хозяйства.

Туризм остается лишь дополнительным источником дохода горского населения, хотя туристический бум последних лет вызвал обращение жителей горных регионов к туристическому бизнесу. Появление и быстрый рост популярности аграрного туризма – один из путей взаимодействия и комплексного развития сельского хозяйства и туризма. В то же время горы – арена опасных природных процессов, частота которых может усилиться и увеличить риски для туристической деятельности. Оценка рисков может стать отправной точкой для разработки стратегий и планирования устойчивого горного туризма.

Опыт Дагестана подтверждает, что адаптация к климатическим изменениям и ее эффективность зависят не только от государственной политики, но и от активного и непрерывного вовлечения в этот процесс других участников, в том числе региональной администрации, населения, предпринимателей, науки, а также использования имеющихся местных знаний.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в рамках гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (№ соглашения о предоставлении гранта: 075-15-2022-325).

FUNDING

The article was prepared in the framework of a research grant funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (grant ID: 075-15-2022-325).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агларов М.А.* Террасное земледелие Дагестана (вопросы генезиса, культурной типологии и социальной роли системы) // *Studia Praehistorica*. 1986. № 8. С. 50–62.
- Агларов М.А.* Еще раз о земледельческих террасах Дагестана // *Вестн. Дагестан. науч. центра*. 2016. № 62. С. 30–53.
- Акаев Б.А.* Физическая география Дагестана: Учеб. пособие. М.: Школа, 1996. 380 с.
- Асадулаев З.М., Магомедмирзаев М.М.* Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: АЛЕФ, 2018. 70 с.
- Бозиев Т.Х.* Террасное земледелие в горных условиях Кабардино-Балкарии // *Междунар. сельскохозяйственный журн.* 2008. № 4. С. 66–67.
- Борисов А.В., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Пинской В.Н., Плеханова Л.Н., Идрисов И.А.* Почвы древних земледельческих террас Восточного Кавказа // *Почвоведение*. 2021. № 5. С. 542–557.
- Вавилов И.И.* Мировой опыт земледельческого освоения высокогорий // *Природа*. 1936. № 2. С. 74–83.
- Виноградова В.В.* Воздействие погодных условий на туристический потенциал Кавказского региона // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2022. Т. 86. № 5. С. 799–814.
- Грачева Р.Г., Идрисов И.А.* Сельскохозяйственные террасные комплексы горных регионов: культурно-историческое наследие и неотъемлемый элемент ландшафта // *Вопросы Географии. География и экология культуры. Сохранение наследия*. 2021. Сб. 153. С. 69–89.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М.: Росгидромет, 2021. 104 с.
- Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова. СПб., 2017. 106 с.
- Иессен А.А.* Кавказ и Древний Восток в IV–III тысячелетиях до нашей эры // *Краткие Сообщения*. 1963. Вып. 93. С. 3–14.
- Лосев А.П.* Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. СПб.: Гидрометеопиздат, 1994. 244 с.
- Мудуев Ш.С.* Итоги реализации Государственной Программы “Социально-экономическое развитие горных территорий Республики Дагестан” за 2019–2021 гг. и перспективы расширения государственной поддержки // *УЭПС: управление, экономика, политика, социология*. 2022. № 1. С. 53–59. <https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-1-53-59>
- Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года: Стат. сб. Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ “Статистика России”, 2022. 420 с.
- Природно-климатические условия и социально-географическое пространство России / ред. А.Н. Золотокрылин, В.В. Виноградова, О.Б. Глезер. М.: Институт географии РАН, 2018. 154 с.
- Программа Республики Дагестан “Социально-экономическое развитие горных территорий Республики Дагестан”. Постановление Правительства Республики Дагестан от 18.02.2020 № 21.
- Скринникова М.И.* Рукотворные террасовые агроэко-системы горных ландшафтов Евразии // *Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та*. 2007. Т. 37. № 10. С. 35–45.
- Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Научное издание, 2022. 124 с.
- Шахмирзоев Р.А., Догеев Г.Д., Шахмирзоев А.Р.* Развитие интенсивного садоводства в Республике Дагестан // *Сб. науч. тр. ГНБС*. 2017. Т. 144. Ч. II С. 51–54.
- Adler C., Wester P., Bhatt I., Huggel C., Insarov G.E., Morecroft M.D., Muccione V., Prakash A.* Cross-Chapter Paper 5: Mountains. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge Univ. Press, 2022. P. 2273–2318. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.022>
- Applis S.* Crises around Concepts of Hospitality in the Mountainous Region of Svaneti in the North of Georgia // *Tour. Hosp.* 2022. № 3. P. 416–434. <https://doi.org/10.3390/tourhosp3020027>
- Aznar-Sánchez J.A., Emilio Galdeano-Gómez E., Juan C., Pérez-Mesa J.C.* Intensive Horticulture in Almería (Spain): A Counterpoint to Current European Rural Policy Strategies // *J. Agrarian Change*. 2011. Vol. 11. № 2. P. 241–261.
- Beniston M., Stoffel M.* Assessing the impacts of climatic change on mountain water resources // *Sci. Total. Environ.* 2014. № 493. P. 1129–1137. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.122>
- Beniston M., Stoffel M.* Rain-on-snow events, floods and climate change in the Alps: Events may increase with warming up to 4°C and decrease thereafter // *Science of the Total Environment*. 2016. № 571. P. 228–236.
- Birthal P.S., Hazrana J.* Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks // *Evidence from India Agricultural Systems*. 2019. № 173. P. 345–354. <https://doi.org/10.1016/j>
- Brandt R., Kaenzig R., Lachmuth S.* Migration as a risk management strategy in the context of climate change: evidence from the Bolivian Andes // *Migration, Risk Management and Climate Change: Evidence and Policy Responses* / A. Milan, B. Schraven, K. Warner, N. Cascone (Eds.). Springer: Cham, Switzerland, 2016. P. 43–61.
- Casale F., Bocchiola D.* Climate Change Effects upon Pasture in the Alps: The Case of Valtellina Valley, Italy // *Climate*. 2022. № 10. P. 173. <https://doi.org/10.3390/cli10110173>
- Cicinelli E., Caneva G., Savo V.* A Review on Management Strategies of the Terraced Agricultural Systems and Conservation Actions to Maintain Cultural Landscapes around the Mediterranean Area // *Sustainability*. 2021. № 13. P. 4475. <https://doi.org/10.3390/su13084475>

- FAO. Sustainable Mountain Development in the Andes. From Rio 1992 to Rio 2012 and beyond. 2012. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/ANDES%20FINAL%20Andes_report_eng_final.pdf
- FAO, Mapping the Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity / R. Romeo, A. Vita, R. Testolin, T. Hofer (Eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO, 2015. 66 p.
- FAO, Mountain Agriculture: Opportunities for Harnessing Zero Hunger in Asia / X. Li, M. El Solh, K.H.M. Sidique (Eds.). Food and Agricultural Organization of the United Nations. Bangkok: FAO, 2019. 278 p.
- Fort M. Impact of climate change on mountain environment dynamics // *J. Alpine Research / Revue de géographie alpine* [Online]. 2015. Vol. 103. № 2. Online since 1 September 2015, connection on 29 September 2016. <http://rga.revues.org/2877>. <https://doi.org/10.4000/rga.2877>
- Grove A.T., Rackham O. The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History. London: Yale Univ. Press, 2003. 384 p.
- Gruneis H., Penker M., Höferl K.M., Schermer M., Scherhauser P. Why do we not pick the low-hanging fruit? Governing adaptation to climate change and resilience in Tyrolean mountain agriculture // *Land Use Policy*. 2018. Vol. 79. P. 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.025>
- Hrdalo I., Trojanović A., Reljić D. The terraced landscape as a part of the Dubrovnik regional identity: Cross Time Study of the Region Dubrovačko Primorje (Republic of Croatia) // *ANNALES. Ser. Hist. Sociol.* 2019. Vol. 29. № 1. P. 125–140. <https://doi.org/10.19233/ASHS.2019.09>
- Hussain A., Qamar F.M., Adhikari L., Hunzai A.I., Rehman A.U., Bano K. Climate Change, Mountain Food Systems, and Emerging Opportunities: A Study from the Hindu Kush Karakoram Pamir Landscape, Pakistan // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. P. 3057. <https://doi.org/10.3390/su13063057>
- IPCC. AR6 Synthesis Report Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. 2022. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- Kohler Th., Giger M., Hurni H., Ott C., Wiesmann U., Wymann von Dach S., Maselli D. Mountains and Climate Change: A Global Concern // *Mountain Research and Development*. 2010. Vol. 30. № 1. P. 53–55. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-09-00086.1>
- Labeyrrie V., Renard D., Aumeeruddy-Thomas Y., Benyei P., Caillon S., Calvet-Mir L., Stéphanie M., Carrière S.M., et al. The role of crop diversity in climate change adaptation: insights from local observations to inform decision making in agriculture // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2021. Vol. 51. P. 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.01.006>
- Landscapes and Landforms of the Maltese Islands / R. Gauci, J.A. Schembri (Eds). Cham: Springer, 2019. 385 p.
- McDowell G., Stevens M., Lesnikowski A., Huggel C., Harden A., DiBella J., Morecroft M., Kumar P., Joe E.T., Bhatt I.D., et al. Closing the Adaptation Gap in Mountains // *Mountain Research and Development*. 2021. Vol. 41. № 3. P. A1–A10. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00033.1>
- MRD Talk01. Climate change adaptation in mountains: How to close the gap between policies and local realities? 2022. <https://www.mrd-journal.org/?mrd-talks=climate-change-adaptation-in-mountains-how-to-close-the-gap-between-policies-and-local-realities>
- Ponce C. Intra-seasonal climate variability and crop diversification strategies in the Peruvian Andes: A word of caution on the sustainability of adaptation to climate change // *World Development*. 2020. Vol. 127. P. 104740. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104740>
- Romeo R., Grita F., Parisi F., Russo L. Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity: Updated Data and Analysis of Drivers. Rome, Italy: FAO [Food and Agriculture Organization] and UNCCD [United Nations Convention to Combat Desertification], 2020.
- Salukvadze G., Backhaus N. Is Tourism the Beginning or the End? Livelihoods of Georgian Mountain People at Stake // *Mountain Research and Development*. 2020. Vol. 40. № 1. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-19-00078.1>
- Schmid L.G., Gugushvili T., Kohler Th. The rise of guest-house tourism in the Greater Caucasus and the effects of the Covid pandemic – the example of Lagodekhi town and its protected area, Georgia // *Erdkunde*. 2022. Vol. 76. № 1. P. 41–58. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2022.01.03>
- Scott D., Gössling S., Hall C.M. International tourism and climate change // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. 2012. Vol. 3. № 3. P. 213–232. <https://www.jstor.org/stable/27163433>
- Shi W., Liu Yi., Xiaoli Shi X. Contributions of climate change to the boundary shifts in the farming-pastoral ecotone in northern China since 1970 // *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 161. P. 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.12.002>
- Skripnikova M.I., Kit M.G., Radzii V.F., Sveshnikova V.A. Ancient Anthropogenic Terrace Complexes in the North Caucasus and Carpathians as the Models of Sustainable Highly Productive Agroecosystems // *Proceedings of the third International Congress Man and Soil at the Third Millennium. Logroñ: Geoforma Ediciones*, 2002. P. 821–832.
- Spenser J.E., Hale G.A. The origin, nature, and distribution of agricultural terracing // *Pacific Viewpoint*. 1961. Vol. 2. № 1. P. 1–40. <https://doi.org/10.1111/apv.21001>
- Stanchi S., Freppaz M., Agnelli A., Reinsch T., Zanini E. Properties, best management practices and conservation of terraced soils in Southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps) // *A review. Quat. Int.* 2012. Vol. 265. P. 90–100.
- Tarolli P., Preti F., Romano N. Terraced landscapes: From an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment // *Anthropocene*. 2014. № 6. P. 10–25.

Toropov P.A., Aleshina M.A., Grachev A.M. Large-scale climatic factors driving glacier recession in the Greater Caucasus, 20th-21st century // *Int. J. Climatol.* 2019. Vol. 39. № 12. P. 4703–4720.
<https://doi.org/10.1002/joc.6101>

Tourism in Mountain Regions: Hopes, Fears and Realities // *Sustainable Mountain Development Series* / B. Debarbieux, M. Oiry Varacca, G. Rudaz, D. Maselli,

T. Kohler, M. Jurek (Eds.). Geneva, Switzerland: UNIGE, 2014. CDE, SDC. P. 108.

Zoumides C., Bruggeman A., Giannakis E., Kyriakou N. A Future for Mountain Terraces: Experiences from Mediterranean Wineries // *Mountain Research and Development.* 2022. Vol. 42. № 3. P. R35–R49.
<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00031>

Adaptation of Population Activities in the Mountain Areas of Dagestan to Climate Change: Trends in Agriculture

R. G. Gracheva^{1, 2, *}, V. V. Vinogradova^{1, 2}, and Sh. S. Muduev³

¹*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

²*Higher School of Economics (HSE), Moscow, Russia*

³*Research Institute of Management, Economics, Politics and Sociology, Makhachkala, Russia*

*e-mail: gracheva@igras.ru

The results of the first stage of research on adaptation measures taken by the rural population of mountain regions and the administration of Dagestan in response to climate change are presented. Assessment of climate change over the past 20 years in the Eastern Caucasus with special attention to the mountain territories of Dagestan was carried out based on satellite measurements and reanalysis data. It has been revealed that in the last decade in the middle and high mountains, annual and seasonal temperatures have increased markedly, and the amount of annual and summer precipitation begins to decrease. In general, the mountains of the Eastern Caucasus and Dagestan in particular are becoming warmer and drier. The actions of the population of mountain areas in the field of crop production in response to warming and a growing lack of moisture are mainly aimed, as in many mountainous rural regions of the world, at changing varieties and crops, growing intensive orchards that are more resistant to climate change, expanding the areas of fruit crops in high altitude zone. The unpredictability of weather phenomena caused the active growth of the greenhouse industry. New processes have activated related industries and breeding science in Dagestan. The initiatives of the population are supported by the Program for the Socioeconomic Development of the Mountain Territories of the Republic of Dagestan for 2020–2025, which provides for subsidies and grants, primarily for personal subsidiary plots. The program does not aim to adapt to climate change, but these activities objectively act as support for the population adaptation actions. The agricultural terraces of Dagestan are considered as a potential resource for the agriculture development in the face of climate change, as well as possible tourism objects, which are elements of the historical and cultural heritage and identity of local landscapes.

Keywords: trends in climatic parameters, crop production, directions of adaptation, development program, intensive orchards, agricultural terraces, tourism

REFERENCES

- Adler C., Wester P., Bhatt I., Huggel C., Insarov G.E., Morcroft M.D., Muccione V., Prakash A. Cross-Chapter Paper 5: Mountains. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge; New York: CUP, 2022, pp. 2273–2318.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844.022>
- Aglarov M.A. Terrace farming in Dagestan (questions of genesis, cultural typology and social role of the system). *Studia Praehistorica*, 1986, no. 8, pp. 50–62. (In Russ.).
- Aglarov M.A. Once more about agricultural terraces of Dagestan. *Vestn. Dagest. Nauch. Tsentr.*, 2016, no. 62, pp. 30–53. (In Russ.).
- Akaev B.A. *Fizicheskaya geografiya Dagestana. Uchebnoe posobie* [Physical Geography of Dagestan: Textbook]. Moscow: Schkola Publ., 1996. 380 p.
- Applis S. Crises around Concepts of Hospitality in the Mountainous Region of Svaneti in the North of Georgia. *Tour. Hosp.*, 2022, no. 3, pp. 416–434.
<https://doi.org/10.3390/tourhosp3020027>
- Aznar-Sánchez J.A., Galdeano-Gómez E.E., Pérez-Mesa J.C. Intensive Horticulture in Almería (Spain): A Counterpoint to Current European Rural Policy Strategies. *J. Agrar. Change*, 2011, vol. 11, no. 2, pp. 241–261.
- Beniston M., Stoffel M. Assessing the impacts of climatic change on mountain water resources. *Sci. Total Environ.*, 2014, no. 493, pp. 1129–1137.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.122>
- Beniston M., Stoffel M. Rain-on-snow events, floods and climate change in the Alps: Events may increase with warming up to 4 °C and decrease thereafter. *Sci. Total Environ.*, 2016, no. 571, pp. 228–236.
- Birthal P.S., Hazrana J. Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks. Evidence from India.

- Agric. Syst.*, 2019, no. 173, pp. 345–354.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.005>
- Borisov A.V., Kashirskaya N.N., El'tsov M.V., Pinskoy V.N., Plekhanova L.N., Idrisov I.A. Soils of Ancient Agricultural Terraces of the Eastern Caucasus. *Eurasian Soil Sci.*, 2021, vol. 54, pp. 665–679.
<https://doi.org/10.1134/S1064229321050045>
- Boziev T.Kh. Terraced farming in mountainous conditions of Kabardino-Balkaria. *Mezhdun. Sel'skokhoz. Zh.*, 2008, no. 4, pp. 66–67. (In Russ.).
- Brandt R., Kaenzig R., Lachmuth S. Migration as a risk management strategy in the context of climate change: evidence from the Bolivian Andes. In *Migration, Risk Management and Climate Change: Evidence and Policy Responses*. Milan A., Schraven B., Warner K., Cascone N., Eds. Cham, Switzerland: Springer, 2016, pp. 43–61.
- Casale F., Bocchiola D. Climate Change Effects upon Pasture in the Alps: The Case of Valtellina Valley, Italy. *Climate*, 2022, no. 10, art. 173.
<https://doi.org/10.3390/cli10110173>
- Cicinelli E., Caneva G., Savo V. A Review on Management Strategies of the Terraced Agricultural Systems and Conservation Actions to Maintain Cultural Landscapes around the Mediterranean Area. *Sustain.*, 2021, no. 13, art. 4475.
<https://doi.org/10.3390/su13084475>
- Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [Report on Climate Risks on the Territory of the Russian Federation]. St. Petersburg, 2017. 106 p.
- Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii za 2020 god* [Report on Climate Features on the Territory of the Russian Federation in 2020]. Moscow, 2021. 104 p.
- Fort M. Impact of climate change on mountain environment dynamics: An introduction. *Rev. Geogr. Alp.*, 2015, vol. 103, no. 2.
<https://doi.org/10.4000/rga.2877>
- Gornyi botanicheskii sad Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN* [Mountain Botanical Garden of the Dagestan Scientific Center of RAS]. Asadulaev Z.M., Magomedmirzaev M.M., Eds. Makhachkala: ALEF Publ., 2018. 70 p.
- Gracheva R.G., Idrisov I.A. Agricultural terrace complexes of mountainous regions: cultural and historical heritage and an integral element of the landscape. In *Voprosy geografii. Sb. 153: Geografiya i ekologiya kul'tury. Sokhranenie naslediya* [Problems of Geography. Vol. 153: Geography and Ecology of Culture. Heritage Preservation]. Moscow: Kodeks Publ., pp. 69–89. (In Russ.).
- Grove A.T., Rackham O. *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. London: Yale Univ. Press, 2003. 384 p.
- Gruneis H., Penker M., Höferl K.M., Schermer M., Scherhauser P. Why do we not pick the low-hanging fruit? Governing adaptation to climate change and resilience in Tyrolean Mountain agriculture. *Land Use Policy*, 2018, vol. 79, pp. 386–396.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.025>
- Hrdalo I., Trojanović A., Reljić D. The terraced landscape as a part of the Dubrovnik regional identity: Cross Time Study of the Region Dubrovačko Primorje (Republic of Croatia). *Ann., Ser. Hist. Sociol.*, 2019, vol. 29, no. 1, pp. 125–140.
<https://doi.org/10.19233/ASHS.2019.09>
- Hussain A., Qamar F.M., Adhikari L., Hunzai A.I., Rehman A.U., Bano K. Climate Change, Mountain Food Systems, and Emerging Opportunities: A Study from the Hindu Kush Karakoram Pamir Landscape, Pakistan. *Sustain.*, 2021, vol. 13, art. 3057.
<https://doi.org/10.3390/su13063057>
- Iessen A.A. The Caucasus and the Ancient East in the IV–III millennia BC. *Kratk. Soobshch.*, 1963, vol. 93, pp. 3–14. (In Russ.).
- IPCC AR6 Synthesis Report Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2022. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> (accessed: 07.08.2023).
- Kohler Th., Giger M., Hurni H., Ott C., Wiesmann U., von Dach S.W., Maselli D. Mountains and Climate Change: A Global Concern. *Mt. Res. Dev.*, 2010, vol. 30, no. 1, pp. 53–55.
<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-09-00086.1>
- Labeyrie V., Renard D., Aumeeruddy-Thomas Y., Benyei P., Cailion S., Calvet-Mir L., Carrière S.M., Demongeot M., Descamps E., Junqueira A.B., Li X., Locqueville J., Mattalia G., Miñarro S., Morel A., Porcuna-Ferrer A., Schlingmann A., Vieira da Cunha Avila J., Reyes-García V. The role of crop diversity in climate change adaptation: insights from local observations to inform decision making in agriculture. *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, 2021, vol. 51, pp. 15–23.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.01.006>
- Landscapes and Landforms of the Maltese Islands*. Gauci R., Schembri J.A., Eds. Cham: Springer, 2019. 385 p.
- Losev A.P. *Praktikum po agrometeorologicheskomu obespecheniyu rastenievodstva* [Practicum on Agrometeorological Support of Plant Growing]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1994. 244 p.
- Mapping the Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity*. Romeo R., Vita A., Testolin R., Hofer T., Eds. Rome: FAO, 2015. 66 p.
- McDowell G., Stevens M., Lesnikowski A., Huggel C., Harden A., DiBella J., Morecroft M., Kumar P., Joe E.T., Bhatt I.D. Closing the Adaptation Gap in Mountains. *Mt. Res. Dev.*, 2021, vol. 41, no. 3, pp. A1–A10.
<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00033.1>
- Mountain Agriculture: Opportunities for Harnessing Zero Hunger in Asia*. Li X., El Solh M., Siddique K.H.M., Eds. Bangkok: FAO, 2019. 278 p.
- MRD Talk01. Climate change adaptation in mountains: How to close the gap between policies and local realities?* 2022. Available at: <https://www.mrd-journal.org/?mrd-talks=climate-change-adaptation-in-mountains-how-to-close-the-gap-between-policies-and-local-realities> (accessed: 07.08.2023).
- Muduev Sh.S. Results of the implementation of the State Program “Socio-economic development of mountain territories of the Republic of Dagestan” for 2019–2021 and prospects for expanding state support. *UEPS: Upravl. Econom. Polit. Sociol.*, 2022, no. 1, pp. 53–59.
<https://doi.org/10.24412/2412-2025-2022-1-53-59>

- Osnovnye itogi sel'skokhozyaistvennoi mikroperepisi 2021 goda. Stat. sb. Feder. Sluzh. Gos. Statist.* [Main Results of the Agricultural Microcensus of 2021. Statistical Collection of the Federal State Statistics Service]. Moscow: IITs "Statistika Rossii", 2022. 420 p.
- Ponce C. Intra-seasonal climate variability and crop diversification strategies in the Peruvian Andes: A word of caution on the sustainability of adaptation to climate change. *World Dev.*, 2020, vol. 127, art. 104740. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104740>
- Prirodno-klimaticheskie usloviya i sotsial'no-geographicheskoe prostranstvo Rossii* [Natural and Climatic Conditions and Social and Geographical Environment of Russia]. Zolotokrylin A.N., Vinogradova V.V., Glezer O.B., Eds. Moscow: Inst. Geogr. RAN, 2018. 144 p.
- Program of the Republic of Dagestan "Socio-economic development of mountain territories of the Republic of Dagestan". Decree of the Government of the Republic of Dagestan of February 18, 2020, no. 21.
- Romeo R., Grita F., Parisi F., Russo L. *Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity: Updated Data and Analysis of Drivers*. Rome: FAO, 2020.
- Salukvadze G., Backhaus N. Is Tourism the Beginning or the End? Livelihoods of Georgian Mountain People at Stake. *Mt. Res. Dev.*, 2020, vol. 40, no. 1. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-19-00078.1>
- Schmid L.G., Gugushvili T., Kohler Th. The rise of guest-house tourism in the Greater Caucasus and the effects of the Covid pandemic – the example of Lagodekhi town and its protected area, Georgia. *Erdkunde*, 2022, vol. 76, no. 1, pp. 41–58. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2022.01.03>
- Scott D., Gössling S., Hall C.M. International tourism and climate change. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*, 2012, vol. 3, no. 3, pp. 213–232.
- Shakhmirzoev R.A., Dogeev G.D., Shakhmirzoev A.R. Development of intensive gardening in the Republic of Dagestan. In *Sb. Nauch. Trud. GNBS. T. 144, ch. II* [Collection of Scientific Works of GNBS. Vol. 144. Part II]. Yalta, 2017, pp. 51–54. (In Russ.).
- Shi W., Liu Yi., Xiaoli Shi X. Contributions of climate change to the boundary shifts in the farming-pastoral ecotone in northern China since 1970. *Agric. Syst.*, 2018, vol. 161, pp. 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.12.002>
- Skripnikova M.I. Man-made terraced agroecosystems of Eurasian mountain landscapes. *Vestn. Altai. Gos. Agrar. Univ.*, 2007, vol. 37, no. 10, pp. 35–45. (In Russ.).
- Skripnikova M.I., Kit M.G., Radzii V.F., Sveshnikova V.A. Ancient Anthropogenic Terrace Complexes in the North Caucasus and Carpathians as the Models of Sustainable Highly Productive Agroecosystems. In *Proceedings of the third International Congress Man and Soil at the Third Millennium*. Logroñ: Geoforma Ediciones, 2002, pp. 821–832.
- Spenser J.E., Hale G.A. The origin, nature, and distribution of agricultural terracing. *Pac. Viewp.*, 1961, vol. 2, no. 1, pp. 1–40. <https://doi.org/10.1111/apv.21001>
- Stanchi S., Freppaz M., Agnelli A., Reinsch T., Zanini E. Properties, best management practices and conservation of terraced soils in Southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps): A review. *Quat. Int.*, 2012, vol. 265, pp. 90–100.
- Sustainable Mountain Development in the Andes. From Rio 1992 to Rio 2012 and beyond*. FAO, 2012.
- Tarolli P., Preti F., Romano N. Terraced landscapes: From an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment. *Anthropocene*, 2014, no. 6, pp. 10–25.
- Tretii otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. Obshchee Resume* [Third Assessment Report on Climate Change and Its Consequences on the Territory of the Russian Federation. General Summary]. St. Petersburg: Naukoemkieologii Publ., 2022. 124 p.
- Toropov P.A., Aleshina M.A., Grachev A.M. Large-scale climatic factors driving glacier recession in the Greater Caucasus, 20th–21st century. *Int. J. Climatol.*, 2019, vol. 39, no. 12, pp. 4703–4720. <https://doi.org/10.1002/joc.6101>
- Tourism in Mountain Regions: Hopes, Fears and Realities. Debarbieux B., Oiry Varacca M., Rudaz G., Maselli D., Kohler T., Jurek M., Eds. Geneva: UNIGE, 2014. 108 p.
- Vavilov N.I. World experience in agricultural development of highlands. *Priroda*, 1936, no. 2, pp. 74–83. (In Russ.).
- Vinogradova V.V. Impact of Weather Conditions on Tourist Potential of the Caucasus Region. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2022, vol. 86, no. 5, pp. 799–814. (In Russ.).
- Zoumides C., Bruggeman A., Giannakis E., Kyriakou N. A Future for Mountain Terraces: Experiences from Mediterranean Wineries. *Mt. Res. Dev.*, 2022, vol. 42, no. 3, pp. R35–R49. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00031>