

УДК 991.6+ 551.3+551.582

DOI: 10.35330/1991-6639-2021-2-100-126-138

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Е.А. КОРЧАГИНА¹, М.М. ГЕДУЕВА¹, З.В. АТАЕВ^{1,2},
Д.Р. ДЖАППУЕВ^{1,3}, А.Л. ДРОЗДОВ^{1,4}

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
Центр географических исследований
360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2
E-mail: cgrkbncran@bk.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Дагестанский педагогический университет»
367003, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 57

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный парк «Приэльбрусье»
361603, КБР, Эльбрусский район, с. Эльбрус, ул. Лесная, 26
E-mail: natsparkkbr@list.ru

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова»
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173
E-mail: yka@kbsu.ru

В работе рассмотрены результаты проведения полевых геоэкологических исследований на Большом Кавказе сотрудниками Центра географических исследований КБНЦ РАН, посвященных оценке влияния опасных природных процессов (снежных лавин, селей, оползней, обвалов, осыпей, паводков) на горные геосистемы за период с 2015 по 2020 год. При этом применяется методика оценки подверженности территории опасным процессам, разработанная и апробированная в Центре в ходе полевого мониторинга. Анализ состояния проблемы исследований с учетом изученности и освоенности (по типам землепользования), а также климатических факторов образования опасных процессов дан как по физико-географическим частям северного склона Большого Кавказа (Западный, Центральный и Восточный Кавказ) и отдельным административным субъектам (краям и республикам), так и по отдельным типам опасных процессов. По результатам оценки выявлено, что территория крайне неравномерно изучена как по площади, так и по типам опасных процессов. Такие же закономерности выявлены и для типов землепользования. Полученные численные оценки подверженности территории опасным процессам являются предварительными (фоновыми) и нуждаются в дальнейшем уточнении. На некоторые избранные геосистемы с высокой степенью подверженности получены детальные интегральные оценки фактической природной (селевой) опасности.

Ключевые слова: опасные природные процессы, мониторинг, изученность, освоенность, тип землепользования, подверженность территории опасным природным процессам, изменение климата, динамика характеристик климата.

Поступила в редакцию 31.03.2021

Для цитирования. Корчагина Е.А., Гедуева М.М., Атаев З.В., Джаппуев Д.Р., Дроздов А.Л. Геоэкологические исследования на территории северного склона Большого Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2(100). С. 126-138.

ВВЕДЕНИЕ

Центр географических исследований (ЦГИ) КБНЦ РАН с 2011 года проводит комплексные исследования подверженности опасным природным процессам (ОПП) территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР). В 2016 году область исследований была

расширена до Центрального Кавказа, а с 2019 года работы охватывают территорию всего Большого Кавказа (северный склон) [1]. В настоящее время наблюдается интенсивное освоение горных регионов исследуемой территории, что в свою очередь приводит к активизации практически всех видов ОПП, сход которых зачастую приобретает катастрофический характер и приводит к человеческим жертвам и значительному экономическому ущербу. Поэтому оценка влияния ОПП на горные геосистемы с учетом изменения климата является в настоящее время *актуальной и приоритетной задачей*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам проведенных исследований выполнена апробация некоторых положений по методологии оценки влияния ОПП на горные ландшафты, и основные ее положения опубликованы в научных журналах, входящих в международные реферативные базы данных [2–6]. Оценка подверженности территории проводится по данным геоэкологического мониторинга [6], результаты которого представлены в виде комплекта цифровых мелкомасштабных тематических карт, составленных при помощи ГИС-технологий (Q-ГИС, Arcgis 9.3). Это карты-схемы изученности территории (коэффициент изученности $K_{из}$, отношение площади проведения исследований к общей площади); карты-схемы освоенности (коэффициент землепользования $K_{змп}$, отношение площади ландшафта с определенным типом землепользования к общей площади); карты-схемы подверженности территории ОПП (коэффициент подверженности ОПП, т.е. отношение площади, на которой складываются условия, благоприятные для формирования ОПП, к общей площади). Фоновая карта-схема, полученная путем генерализации данных по подверженности, является итоговым отображением результатов первого этапа геоэкологической оценки влияния ОПП на ландшафты, а именно комплекса условий образования ОПП. Полученные данные по подверженности территории ОПП являются основой для создания на следующем этапе исследований комплекта средне- и крупномасштабных карт природной опасности и проведения численных оценок опасности с высокой степенью точности и достоверности.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Исследования проводятся в несколько этапов. На первом этапе оценивается степень изученности территории по проблеме исследований на уровне административных субъектов в границах главных речных бассейнов. На втором проводится ландшафтный анализ территории по социально-экономическим условиям – типам землепользования. На третьем, заключительном, этапе на основе изученности и ландшафтного анализа дается оценка степени подверженности территории ОПП. При этом по геоинформационной методологии на некоторые избранные геосистемы Большого Кавказа составляются среднемасштабные карты фактической природной (селевой) опасности для оценки последствий схода ОПП.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА ПЕРИОД С 2015 ПО 2018 ГОД

Масштабные исследования по изучению ОПП на всем северном склоне Большого Кавказа проводятся впервые за последние 30 лет: такие мониторинговые работы проводились геологическими организациями, в частности Севкавказгеологией, в советское время в 80-90-е годы прошлого столетия. Многочисленные картографические работы, в т.ч. атласы и кадастры, вышедшие с 2000 года, либо основываются на устаревших данных, либо охватывают не всю исследуемую территорию (часто только по одному типу ОПП, например, селям). Данные, полученные в результате работ, проводимых за последние 5 лет ЦГИ КБНЦ РАН по основным ОПП, позволяют сделать комплексную численную оценку подверженности территории всего северного склона Большого Кавказа.

В рамках реализации положений методологии, развиваемой в ЦГИ КБНЦ РАН [1], решен ряд теоретических и методических вопросов: дано терминологическое обеспечение проблемы исследований; приведены принципы деления исследуемой территории; разра-

ботан ряд классификаций; подобран ряд методов, способов и приемов оценки опасности, в т.ч. ранжирования объектов геосистем по классу опасности; даны принципы картографирования и районирования территории по изученности, освоенности (типу землепользования) и подверженности ОПП; разработана методика проведения геоэкологического мониторинга, позволяющая определить комплекс мероприятий по профилактике, контролю и защите от ОПП, выделить ряд видов хозяйственной деятельности, приводящих к активизации тех или иных типов ОПП, и впоследствии за счет их сокращения или изъятия из структуры землепользования в конечном итоге снизить степень природной опасности территории до приемлемого уровня.

Рассмотрим полученные результаты по основным направлениям: оценке подверженности территории различным типам ОПП и исследованию долгосрочной динамики климатических факторов их образования.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПП

Выполнена геоэкологическая оценка подверженности исследуемой территории опасным экзогенным процессам в пределах основных физико-географических частей (Западный, Центральный и Восточный Кавказ) по административным субъектам в границах главных и основных речных бассейнов [1].

Западный Кавказ (обследовано 75% территории). В 2018–2019 гг. изучены на предмет подверженности ОПП (снежные лавины, сели, оползни, обвалы, осыпи и паводки) с применением технических средств: 1) в Республике Адыгея (РА) бассейн р. Белой и ее два левых притока 2-го порядка, реки Курджипс и Пшеха; 2) в Краснодарском крае и частично в Адыгее устье р. Ходзь, левого притока р. Лаба, в Карачаево-Черкесской Республике (КЧР) бассейн р. Лаба с ее левым и правым истоками, реками Малая и Большая Лаба; 3) в КЧР бассейны рек Уруп, Большой Зеленчук и Кубань (верховья). По результатам полевого сезона 2019 г. составлена цифровая основа М1:100000 на территорию Западного Кавказа и проведена оценка подверженности ОПП территории Республики Адыгея [7]. Проведена цифровая визуализация данных по селевой и паводковой деятельности в бассейнах рек Большая Лаба и Уруп (линейные хозяйственные объекты) (рис. 1), а также снеголавинной деятельности в бассейне р. Теберда (площадной хозяйственный объект, пос. Домбай) [8–9].

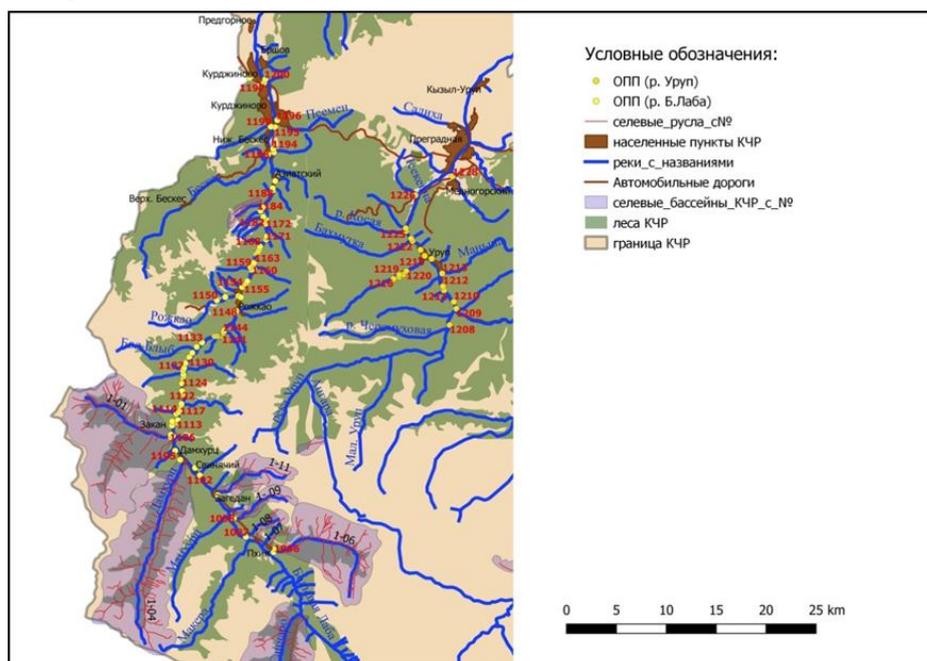


Рис. 1. Карта-схема фактической подверженности ОПП линейных объектов по бассейнам рр. Большая Лаба и Уруп (Западный Кавказ)

На некоторые избранные геосистемы, например пос. Домбай [10], сделаны численные интегральные оценки фактической природной (селевой) опасности.

На настоящий момент не обследовано около 30 % территории Краснодарского края (среднее и нижнее течение р. Кубань) и 20 % территории КЧР (центральная часть – бассейн р. Малый Зеленчук).

Центральный Кавказ (обследовано 80 % территории). Проведены полевые инструментальные обследования части геосистем КБР, Республики Северная Осетия – Алания (РСО – Алания). Выявлены пространственные закономерности распределения основных типов экзогенных процессов, в частности, снежных лавин [11], селей [12], оползней, обвалов и осыпей [13–14] по речным бассейнам. В КБР это р. Малка (правый приток р. Баксан) с реками Чегем и Черек, реки Лескен, Урух (частично левый приток р. Хазнидон). В РСО – Алания это р. Урух с притоками Цадота, Айгамуга Сардидон, Сонгутидон и др. и р. Ардон с притоками Садон, Фиагдон, Камбилеевка. Даны численные оценки фактической природной опасности на территорию КБР в целом и на избранные геосистемы (ущелья рек Баксан, Черек Балкарский и Черек Безенгийский) (рис. 2), а также на территорию РСО – Алания (рр. Урух и Садон, левый приток р. Ардон) [15–16].

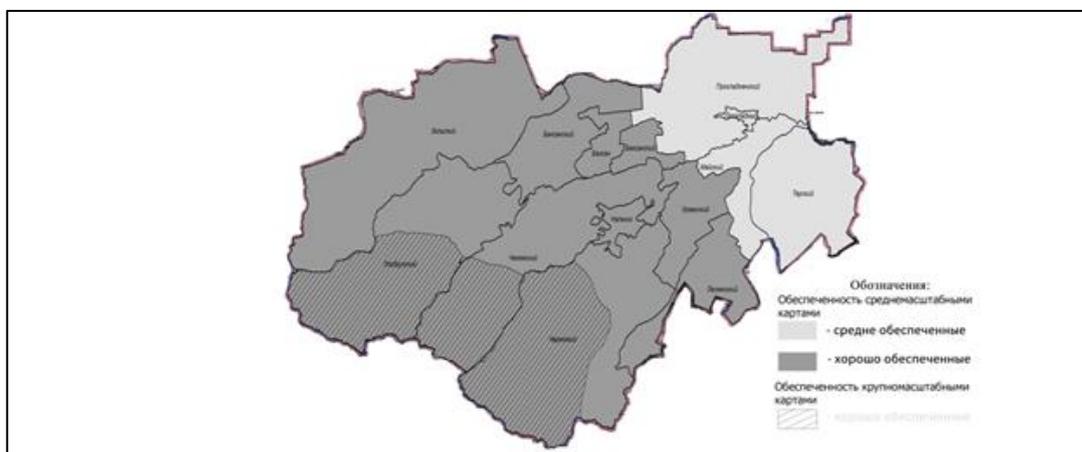


Рис. 2. Карта-схема обеспеченности территории КБР картографическим материалом. Масштаб оригинала 1: 200000

При этом были разработаны структуры баз данных районов лавино- и селеобразования на Северном Кавказе [17–18].

Не обследовано 20 % территории РСО – Алания (нижнее течение р. Ардон) и собственно р. Терек (среднее течение).

Восточный Кавказ (обследовано 50 % территории). В результате мониторинга ОПП на территории северного склона Западного Кавказа решен ряд задач: дана характеристика рельефа Дагестана и описана ландшафтная структура территории (причем каждый ландшафт в силу своих природно-климатических условий и степени освоенности характеризуется определенным набором типов ОПП), например, [19]. В 2020 году детально обследован практически весь Низменный Дагестан (за исключением северной части, Ногайские степи), Южный Дагестан (бассейн р. Самур), частично Внутригорный и Высокогорный Дагестан (бассейны рек Андийского Койсу, Богосский хребет, Каракойсу и Казикумухского Койсу без верховий). Подверженность территории Ингушетии и Чечни ОПП выполнена по космоснимкам [20].

Не обследовано 30 % территории Республики Дагестан (Внутренний и частично Высокогорный Дагестан). Не обследованной осталась практически вся территория Республики Ингушетия и Чеченской Республики (80 %) за исключением равнинной части территории.

ДОЛГОСРОЧНАЯ ДИНАМИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОПП

Современное изменение климата влияет на частоту событий ОПП в горных районах Северного Кавказа и на граничащих с ними равнинных территориях. Так как в формировании таких характерных для региона явлений, как лавины, сели, высокие паводки, оползни играют роль факторы гидрологического и метеорологического характера, исследование динамики климатических характеристик региона включено в комплексные исследования. Использование аппарата математико-статистического анализа дает достоверные результаты только при тщательном составлении временных рядов. Поскольку составление таких рядов событий ОПП, принесших ущерб экономике и жизни населения, за достаточный для статистических расчетов промежуток времени представляет трудности, а имеющиеся данные характеризуются неоднородностью, то в исследованиях выбран следующий подход. Динамика основных климатических характеристик (средних годовых, сезонных месячных, суточных значений) рассматривается на различных стадиях формирования опасных процессов. При обнаружении действительных изменений, подтвержденных статистическими тестами, делается вывод о том, что имеется тенденция к изменению условий формирования ОПП со стороны климата в благоприятную или неблагоприятную сторону.

Для долгосрочной динамики характеристик климата на северном склоне Большого Кавказа установлено следующее.

В западной части региона в низкогорной зоне (метеостанция Зеленчукская) максимальные значения многолетних средних значений (30-летние, 10-летние) обнаружены для показателей, период расчета которых включает последние годы рассмотренного периода 1959–2017 гг. Тенденции рядов средней температуры имеют положительные тренды для всех сезонов. Статистически значимы тренды весной, летом и за год. За период 1976–2017 гг. незначимой осталась только зимняя тенденция.

Принципиальные различия локальных тенденций в динамике осадков в низкогорной зоне (восточной части бассейна р. Кубани) с соответствующими тенденциями на Северном Кавказе не обнаружены. Положительные тренды средних сезонных сумм, выявленные для сезонов весна, лето и год, статистически недостоверны. Достоверным признано увеличение сумм осадков за март и октябрь и повышение сумм осадков осенью.

В высокогорной зоне Западного Кавказа обнаружен рост как средних, так и экстремальных характеристик температуры воздуха с мая по август. Преобладание скорости роста максимальных суточных и месячных температур над скоростями роста их минимальных значений дает значимый рост ее суточной и месячной амплитуды [21].

В высокогорных районах у истоков рек бассейна Кубани, по данным метеостанции Клухорский перевал, выявлено снижение числа дней с осадками в декабре, увеличение числа дней с осадками в марте. Усиление средней суточной интенсивности осадков в сентябре, октябре, осенью. Увеличение суточных максимумов октября, осени, года. Средние сезонные суммы осадков имеют тенденцию к снижению зимой и летом, а весной и осенью – к повышению. Для среднегодовых сумм осадков тенденция отсутствует [22].

В высокогорье Центрального Кавказа обнаружено, что десятилетие 2006–2015 гг. – это период, когда впервые после 1951–1960 гг. положительными стали все сезонные аномалии температуры, за исключением зимней. Но в отличие от 1951–1960 гг. – предыдущего локального максимума – основной вклад в годовую положительную аномалию внесли летние (76 %) и весенние (15 %) уровни [23].

За исследуемый период самый большой рост в абсолютном выражении установлен для весенних уровней осадков, а наибольшая скорость роста обнаружена осенью – 6,4 мм/мес./10 лет. Для летнего сезона коэффициент линейного тренда на временном промежутке 1976–2015 гг. статистически не значим и составляет $b=0,2$ мм/мес./10 лет. Прирост сумм осадков за период высокой селевой и паводковой опасности (май – сентябрь) составил 27 %, осадки за холодный период (ноябрь – апрель) на 34% больше климатической нормы для данного региона.

На равнинной части Центрального Кавказа наиболее подробно исследовано время года, которое характеризуется прохождением высоких паводков и селей в этой части региона (с мая по сентябрь).

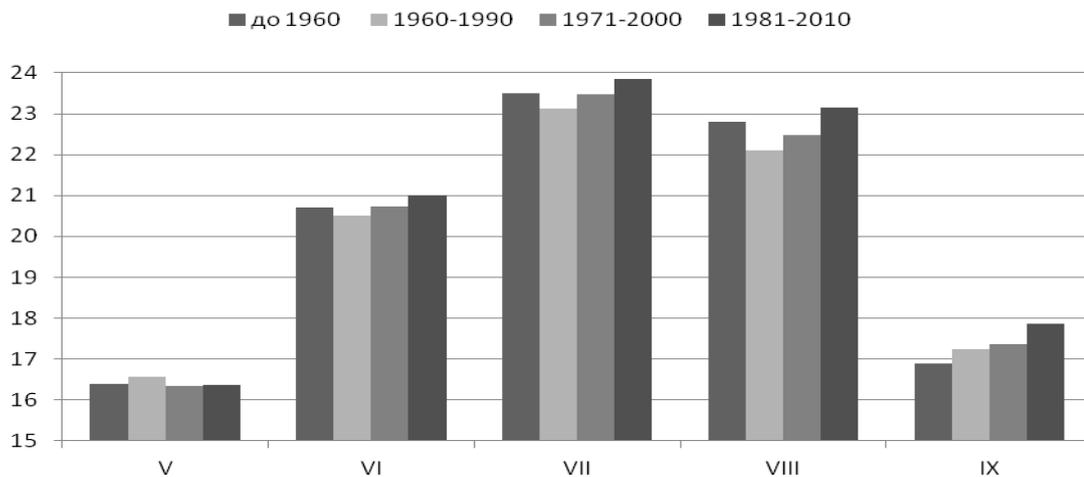


Рис. 3. Многолетние средние уровни температуры воздуха, °С, в сезон селевой и паводковой опасности, равнинная часть КБР

Установлено, что за исследованный период 1961–2016 гг. сильно возросла засушливость в августе. При этом самый высокий десятилетний уровень температуры (на 10 % выше нормы) и низкий индекс осадков (56 % от нормы) в 2007–2016 годах. В это десятилетие один из самых высоких температурных индексов (9 %) и самый высокий индекс осадков (86 %) обнаружен в сентябре. Во все месяцы и сезон выявлена тенденция повышения температуры. Статистически не достоверна только тенденция в мае. Наибольшие колебания уровней демонстрируют временные ряды средних месячных сумм осадков в августе и сентябре.

В предгорной зоне Центрального Кавказа (метеостанция Владикавказ) за 1939–2017, 1961–2017 гг. во все сезоны существует тенденция к росту температуры, значимая на уровне 0,05. Наибольшая скорость роста средней сезонной температуры обнаружена зимой и составляет 0,38 °С/мес./10 лет. Наименьшая – летом (0,21 °С/мес./10 лет).

На временном промежутке 1976–2017 гг. скорость роста зимних температур остается одной из самых высоких (0,4 °С/мес./10 лет), но максимальное значение здесь принадлежит средним за летний сезон температурам воздуха (0,46 °С/мес./10 лет).

В низкогорной части Восточного Кавказа обнаружены изменения температуры воздуха в различные фазы формирования стока горных рек. Потепление в марте и феврале может способствовать снижению уровня половодья на реках и проходящих на его фоне паводков из-за роста длительности безморозного периода, изменения состояния выпадающих осадков с твердого на жидкое. Устойчивый рост температуры в летние месяцы приводит к более интенсивному таянию ледников у истоков горных рек, чем повышает риск достижения паводками опасных отметок при прочих равных условиях (интенсивности атмосферных осадков, их пространственной связности, состоянии грунта).

В высокогорной части Восточного Кавказа установлено, что наиболее влажные годы пришлись на период 1996–2013 гг. Сезонные осадки летом, осенью и зимой имеют наивысшие ранги с середины 90-х годов прошлого столетия.

Долгосрочная динамика (1932–2018 гг.) показала снижение сумм осадков в апреле и в мае наряду с их ростом в марте и декабре, т.е. в период накопления запасов снега к началу периода половодья и паводков. В период быстрого повышения температуры воздуха с 1976 г. статистически достоверен рост месячных и суточных характеристик осадков в

марте. Статистически значим рост месячных сумм осадков и среднесуточной интенсивности в июле – в период прохождения опасных паводков.

Таким образом, на исследованном промежутке времени климатические условия, способствующие формированию более высоких уровней в реках во время сезона неблагоприятных паводков, сложились с 1993 года и по настоящее время имеют статистически подтвержденные тенденции. В горных районах Восточного Кавказа существуют устойчивые тенденции климатических характеристик, способные привести к росту активности таких опасных процессов, как высокие паводки и сели в весенне-летний период.

По итогам проведенного геоэкологического мониторинга ОПП за 2015–2020 гг. впервые выполнена предварительная фоновая оценка подверженности ОПП территории северного склона Большого Кавказа с учетом изученности и освоенности (по типам землепользования), а также изменений климатических факторов образования ОПП (рис. 4).

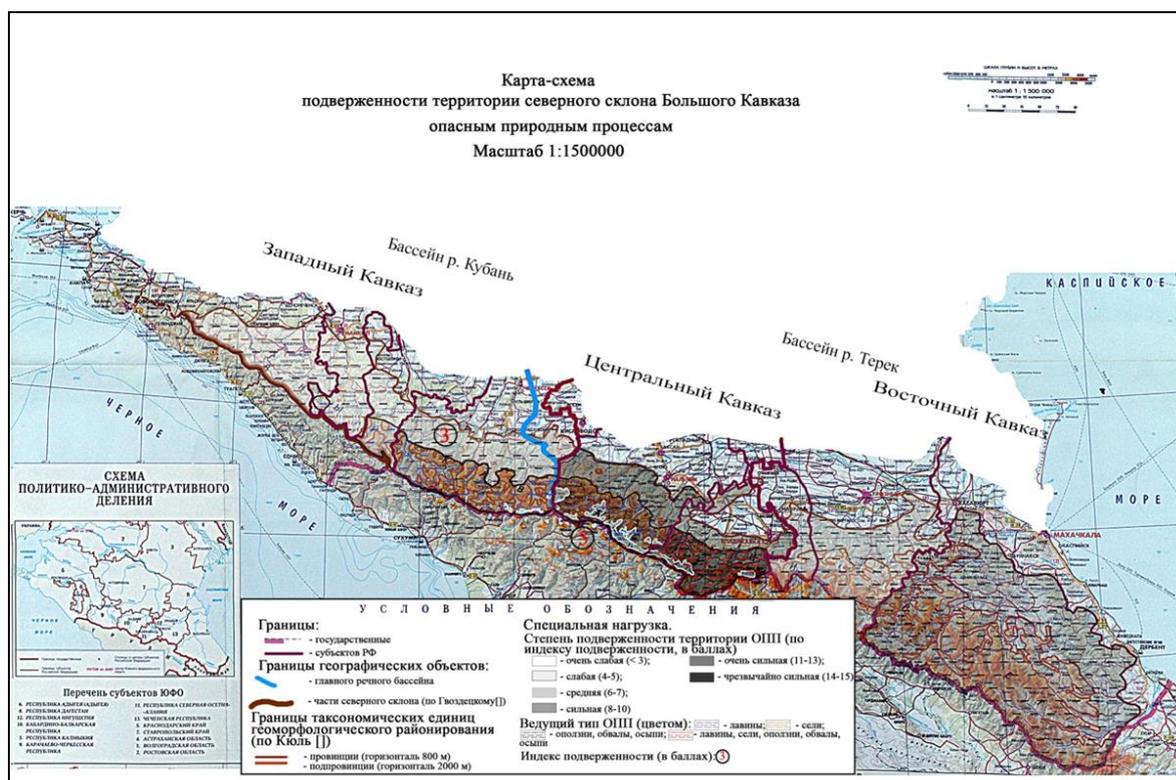


Рис. 4. Карта-схема подверженности территории северного склона Большого Кавказа опасным природным процессам. М 1:1500 000

ВЫВОДЫ

Проведенное районирование по степени изученности подверженности территорий ОПП и освоенности в результате мелкомасштабного картографирования позволило выявить следующее. Слабо изучены такие административные субъекты, как территории Краснодарского края и Адыгеи на Западном Кавказе, Республики Ингушетии на Восточном. По типам подверженности территории ОПП наиболее хорошо изучены селевые процессы.

При анализе освоенности наблюдается широтная (с юго-запада на северо-восток) и горизонтальная (бассейновая) с запада на восток дифференциации типов землепользования. Хорошо освоены восточная часть Западного (КЧР) и Восточного Кавказа (Республика Дагестан), а также весь Центральный Кавказ. При этом структура землепользования сложная и меняется с традиционной (сельскохозяйственный тип) на рекреационно-сельскохозяйственную.

Аналогичная дифференциация наблюдается и для подверженности территорий ОПП. При этом для обоих показателей характер изменения совпадает: с увеличением освоенности территории растет и подверженность территории ОПП. Причем за последние 5 лет в период с 2012 по 2017 год на территории Центрального Кавказа наблюдается активизация опасных экзогенных процессов.

Численные интегральные оценки комплексной природной и фактической опасности (среднемасштабные карты) и фактической селевой опасности (крупномасштабные карты) выполнены на территорию КБР и частично на территорию РСО – Алании (бассейны р. Урух и Садон). Они позволяют с высокой степенью достоверности разработать рекомендации по снижению уровня их воздействия до приемлемого уровня. Детальность полученных оценок делает возможной разработку комплекса мер не только для административного субъекта, но и для конкретного хозяйственного объекта с учетом его класса опасности.

В целом можно сделать вывод, что на исследуемой территории необходимо проведение геоэкологического мониторинга ландшафтов с учетом освоенности и подверженности ОПП, а также изменений климата. Кроме того, необходимо расширить исследования на предгорную и равнинную зоны. Это даст возможность подключить к оценке такие типы ОПП, как карст, просадки, эрозия, подтопления, засуха, град и др., и сделать полную комплексную оценку подверженности территории ОПП картографическим способом. Это позволит использовать полученную информацию для разработки Программы устойчивого и безопасного освоения и развития исследуемой территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геоэкологические исследования на территории Кабардино-Балкарской Республики за период с 2012 по 2018 годы / Под ред. Е.В. Кюль. В 2-х томах. Т.1: Пространственные закономерности образования опасных экзогенных процессов. Нальчик: Издательство КБНЦ РАН, 2019. 170 с.

2. *Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.* Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. No. 2. Pp. 217–220.

3. *Kyul E.V., Esaov A.K., Kalov R.O., Nasranov X.M, Aschurbekova T.N.* Landschaftliche analyse des territoriums bei der auswertung der naturhaften gefahr (an dem beispiel der Kabardino-Balkarischen republik, Zentral Kaukasus). // *Revista Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Número: Edición Especial Artículo no.:108. Período: marzo, 2019. WOS: 000465623300108.

4. *Kyul E.V, Alita C.L.* The impact of climate change on the transformation of the landscape structure o the Greater Caucasus // *Indian Journal of Ecology*, 2020. No 47(1). Pp. 17–22.

5. *Kyul E.V.* Geocological approaches to the recreational development of avalanche mountain territories // *International journal of ecological economics and statistics*. 2020. Vol. 41. No. 2. Pp. 59–70.

6. *Kyul E.V.* Geocological monitoring of dangerous natural processes // *International Journal of Ecology & Development*, 2020. V. 35. No 2. Pp. 55–66.

7. *Кюль Е.В., Борисова Н.А.* Геоэкологическое районирование территории Республики Адыгея и Краснодарского края по степени подверженности опасным природным процессам / *Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы V Международной научно-практической конференции*. Майкоп, 2019. С. 263–292.

8. *Гедуева М.М.* Оценка паводковой опасности Западного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1 (99). С. 93–102. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-93-102.
9. *Кюль Е.В.* Влияние лавинной деятельности на линейные хозяйственные объекты Карачаево-Черкесской Республики (на примере бассейна р. Теберда) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 4(72). С. 43–49.
10. *Джаппуев Д.Р.* Цифровое представление некоторых результатов оценок фактической селевой опасности избранных геосистем Западного Кавказа // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. № 1 (99). 2021. С. 103–110. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-103-110.
11. *Кюль Е.В., Джаппуев Д.Р.* Геоэкологическое состояние горных ландшафтов в лавиноопасных районах (на примере Национального парка «Приэльбрусье», Кабардино-Балкарская Республика) // Биота и среда заповедных территорий. 2018. № 1. С. 71–91.
12. *Джаппуев Д.Р., Гяургиева М.М., Хутуев А.М.* Анализ фактической и потенциальной селевой опасности в районе села Верхняя Балкария Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2015. № 4. С. 36–44.
13. *Кюль Е.В.* Тектонические оползневые массивы Центрального Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2017. № 2. С. 67–81.
14. *Кюль Е.В.* Анализ развития природно-антропогенных оползневых и обвально-осыпных процессов в бассейне р. Малка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. № 6-1(80). С. 82–91.
15. *Джаппуев Д.Р.* Численные интегральные оценки различной степени детализации подверженности территории Кабардино-Балкарской Республики селевым процессам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2016. № 1 (69). С. 49–57.
16. *Джаппуев Д.Р.* Цифровая визуализация результатов оценки фактической опасности избранных геосистем РСО-Алания/ Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий. Материалы V Международной научно-практической конференции. Майкоп, 2019. С. 147–151.
17. А.с. 2016620632 Российская Федерация. Характеристика районов лавинообразования по речным бассейнам Северного Кавказа / Кюль Е.В., Чернышев Г.В.; 2016620357; заявлено 23.03.2016; Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 20.05.2016.
18. А.с. 2016620639 Российская Федерация. Характеристика районов селевой активности Северного Кавказа / Кюль Е.В., Чернышев Г.В.; 2017620767; заявлено 15.04.2017; Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 12.06.2017.
19. *Атаев З.В., Братков В.В., Абдулаев К.А., Гаджибеков М.И.* Ландшафты Национального парка «Самурский» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2020. Т. 14. № 3. С. 64–81.
20. *Кюль Е.В.* Оценка подверженности территорий Республики Ингушетия и Чеченской Республики опасным природным процессам // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2020. Т.5. № 2 (20). С.30–41. DOI:10.25744/genb.2020.20.2.004.
21. *Корчагина Е.А.* Исследование колебаний элементов климата в горных районах Западного и Центрального Кавказа методами математической статистики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2020. № 3(95). С. 64–73.
22. *Корчагина Е. А.* Исследование устойчивости тенденций элементов климата в высокогорье Карачаево-Черкесии с 1959 по 2017 гг. // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2018. № 3(23). С. 106–115. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-23-3-106-115.
23. *Корчагина Е.А.* Исследование температурного режима в горных районах Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии в 1951–2015 гг. // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 4 (42). С. 449–458.

REFERENCES

1. *Geoekologicheskie issledovaniya na territorii Kabardino-Balkarskoy Respubliki za period s 2012 po 2018 gody* [Geocological studies in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic for the period from 2012 to 2018] / Ed. E.V. Kuehl. In 2 volumes. Vol. 1: *Prostranstvennyye zakonmernosti obrazovaniya opasnykh ekzogennykh protsessov* [Spatial patterns of the formation of dangerous exogenous processes]. Nal'chik, 2019. 170 p.
2. Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian journal of Ecology*. 2017. Vol. 44. No. 2. Pp. 217–220.
3. Kyul E.V., Esaov A.K., Kalov R.O., Nasranov X.M, Aschurbekova T.N. Landschaftliche analyse des territoriums bei der auswertung der naturhaften gefahr (an dem beispiel der Kabardino-Balkarischen republik, Zentral Kaukasus). // *Revista Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Número: Edición Especial Artículo no.108. Período: marzo, 2019. WOS: 000465623300108.
4. Kyul E.V., Alita C.L. The impact of climate change on the transformation of the landscape structure of the Greater Caucasus // *Indian Journal of Ecology*, 2020. No 47(1). Pp. 17–22.
5. Kyul E.V. Geocological approaches to the recreational development of avalanche mountain territories // *International journal of ecological economics and statistics*, 2020. Vol. 41. No. 2. Pp. 59–70.
6. Kyul E.V. Geocological monitoring of dangerous natural processes // *International Journal of Ecology & Development*. 2020. V. 35. No 2. Pp. 55–66.
7. Kyul E.V., Borisova N.A. *Geojekologicheskoe rajonirovanie territorii Respubliki Adygeya i Krasnodarskogo kraya po stepeni podverzhennosti opasnym prirodnyim processam* [Geocological zoning of the territory of the Republic of Adygea and Krasnodar Territory according to the degree of exposure to hazardous natural processes] / *Fundamental'nye i prikladnye aspekty geologii, geofiziki i geojekologii s ispol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tehnologij* [Fundamental and applied aspects of geology, geophysics and geocology using modern information technologies]. Materials of the V International Scientific and Practical Conference. Majkop, 2019. Pp. 263-292.
8. Gedueva M.M. *Ocenka pavodkovoј opasnosti Zapadnogo Kavkaza* [Assessment of the flood hazard of the Western Caucasus] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2021. № 1 (99). Pp. 93–102. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-93-102.
9. Kyul E.V. *Vlijanie lavinnoj dejatel'nosti na linejnye hozjajstvennyye ob'yekty Karachaevo-Cherkesskoy Respubliki (na primere basseina r. Teberda)* [Influence of avalanche activity on linear economic objects of the Karachay-Cherkess Republic (on the example of the Teberda river basin)] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS], 2016. No. 4(72). Pp.43-49.
10. Dzhappuev D.R. *Cifrovoe predstavlenie nekotoryh rezul'tatov ocenok fakticheskoy selevoj opasnosti izbrannyh geosistem Zapadnogo Kavkaza* [Digital representation of some results of assessments of the actual mudflow hazard of selected geosystems of the Western Caucasus] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2021. No. 1 (99). Pp.103–110. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-103-110.
11. Kyul E.V., Dzhappuev D.R. *Geojekologicheskoe sostoyanie gornyh landshaftov v lavinoopasnyh rayonah (na primere Nacional'nogo parka «Prijel'brus'e», Kabardino-Balkarskaya Respublika)* [The geocological state of mountain landscapes in avalanche-prone areas (on the example of the Elbrus vicinity National Park, Kabardino-Balkarian Republic)] // *Biota i sreda zapovednyh territorij* [Biota and the environment of protected areas]. 2018. No. 1. Pp. 71–91.

12. Dzhappuev D.R., Gjaurgieva M.M., Hutuev A.M. *Analiz fakticheskoj i potencial'noj sel-evoj opasnosti v rajone sela Verhnjaja Balkarija Kabardino-Balkarskoj Respubliki* [Analysis of the actual and potential mudflow hazard in the area of the village of Verkhnyaya Balkaria of the Kabardino-Balkarian Republic] // *Izvestija Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2015. No. 4. Pp. 36–44.

13. Kyul E.V. *Tektonicheskie opolznevyje massivy Central'nogo Kavkaza* [Tectonic landslide massifs of the Central Caucasus] // *Geologiya i geofizika Yuga Rossii* [Geology and geophysics of the South of Russia]. 2017. No. 2. Pp. 67–81.

14. Kyul E.V. *Analiz razvitija prirodno-antropogennyh opolznevyh i obval'no-osypnyh processov v bassejne r. Malka* [Analysis of the development of natural-anthropogenic landslide and landslide-talus processes in the Malka river basin] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2017. No. 6-1(80). Pp. 82–91.

15. Dzhappuev D.R. *Chislennye integral'nye ocenki razlichnoj stepeni detalizacii podverzhenosti territorii Kabardino-Balkarskoj Respubliki seleвым processam* [Numerical integral estimates of varying degrees of detailing the exposure of the territory of the Kabardino-Balkarian Republic to mudflow processes] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2016. No. 1 (69). Pp. 49–57.

16. Dzhappuev D.R. *Cifrovaya vizualizaciya rezul'tatov ocenki fakticheskoj opasnosti izbrannyh geosistem RSO-Alaniya* [Digital visualization of the results of assessing the actual hazard of selected geosystems in North Ossetia-Alania] / *Fundamental'nye i prikladnye aspekty geologii, geofiziki i geologii s ispol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tehnologij* [Fundamental and applied aspects of geology, geophysics and geocology using modern information technologies]. Materials of the V International Scientific and Practical Conference. Maykop, 2019. Pp. 147–151.

17. Author's certificate 2016620632 Russian Federation. *Kharakteristika rayonov lavinoobrazovaniya po rechnym basseynam Severnogo Kavkaza* [Characteristics of the regions of avalanche formation in the river basins of the North Caucasus] / Kyul E.V., Chernyshev G.V.; 2016620357; announced 03/23/2016; The date of state registration in the Register of Databases is 05/20/2016.

18. Author's certificate 2016620639 Russian Federation. *Kharakteristika rayonov selevoy aktivno-sti Severnogo Kavkaza* [Characteristics of the regions of mudflow activity in the North Caucasus] / Kyul E.V., Chernyshev G.V.; 2016620767; announced on 04/15/2017; The date of state registration in the Register of Databases is 06/12/2017.

19. Ataev Z.V., Bratkov V.V., Abdulaev K.A., Gadzhibekov M.I. *Landshafty Nacional'nogo parka «Samurskiy»* [Landscapes of the “Samursky” National Park] // *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki* [News of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences]. 2020. Vol. 14. No 3. Pp. 64–81.

20. Kyul E.V. *Ocenka podverzhennosti territorii Respubliki Ingushetiya i Chechenskoj Respubliki opasnym prirodnyim processam* [Assessment of the susceptibility of the territories of the Republic of Ingushetia and the Chechen Republic to hazardous natural processes] // *Groznyjskij estestvennonauchnyj bjulleten'* [Grozny Natural Science Bulletin]. 2020. Vol. 5. No. 2 (20). Pp. 30–41. DOI:10.25744/genb.2020.20.2.004.

21. Korchagina E.A. *Issledovaniye kolebanij elementov klimata v gornyx rayonakh Zapadnogo i Tsentral'nogo Kavkaza metodami matematicheskoy statistiki* [Research on climate elements' fluctuations in the Western and Central Caucasus by mathematical statistics methods] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN* [News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS]. 2020. No. 3 (95). Pp. 64–73.

22. Korchagina E. A. *Issledovaniye ustoychivosti tendentsiy elementov klimata v vysokogor'ye Karachayevo-Cherkessii s 1959 po 2017 gg.* [The research on stability of tendencies of climate elements in the highlands of Karachay-Cherkessia from 1959 to 2017]. Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. Nauki [Kamchatka Regional Association Educational-Scientific Center. Physics and Mathematics]. 2018, 23: 3, 106–115. DOI: 10.18454/2079-6641-2018-23-3-106-115.

23. Korchagina E.A. *Issledovaniye temperaturnogo rezhima v gornyykh rayonakh Kabardino-Balkarii i Karachayevo-Cherkessii v 1951–2015 gg.* [The investigation on temperature regime in the highlands of the Kabardino-Balkaria and Karachay-Circassia from 1951 to 2015] // *Ustoychivoye razvitiye gornyykh territoriy* [Sustainable development of mountain territories]. 2019. Vol. 11. No. 4(42). Pp. 449–458.

GEOECOLOGICAL RESEARCH IN THE TERRITORY OF THE NORTHERN SLOPE OF THE GREAT CAUCASUS

E.A. KORCHAGINA¹, M.M. GEDUEVA¹, Z.V. ATAEV^{1,2},
D.R. DZHAPPUEV^{1,3}, A.L. DROZDOV^{1,4}

¹ FSBSE «Federal scientific center
«Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»
Center of Geographical Researches
360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarova str.
E-mail: cgrkbnrcan@bk.ru

² Federal State Budgetary Institution of Science «Dagestan Pedagogical University»
367003, Republic of Dagestan, Makhachkala, 57 M. Yaragsky str.

³ Federal State Budgetary Institution «Elbrus National Park»
361603, KBR, Elbrus region, s. Elbrus, 2b Lesnaya str.

⁴ Federal State Budgetary Institution of Science «Kabardino-Balkarian State University»
360004, KBR, Nalchik, 173 Chernyshevsky str.
E-mail: yka@kbsu.ru

The paper considers the results of field geocological studies in the Greater Caucasus by employees of the Center for Geographical Research of KBSC RAS, dedicated to assessing the impact of hazardous natural processes (avalanches, mudflows, landslides, taluses, floods, etc.) on mountain geosystems for the period from 2015 to 2020 years. The methodology for assessing the exposure of the territory to hazardous processes, developed and tested at the Center in the course of field monitoring is applied. Analysis of the state of the research problem, taking into account the study and development (by types of land use), as well as climatic factors of the hazardous processes formation is presented both for the physical and geographical parts of the Greater Caucasus Northern slope (Western, Central and Eastern Caucasus) and individual administrative entities (territories and republics) and for certain types of hazardous processes. Based on the results of the assessment, it was revealed that the territory is extremely unevenly studied both in terms of area and types of hazardous processes. The same patterns were revealed for the types of land use. The obtained numerical estimates of the territory's exposure to hazardous processes are preliminary and require further refinement. For some selected geosystems with a high degree of exposure, detailed integral assessments of the actual natural hazard were obtained.

Keywords: hazardous natural processes, monitoring, knowledge, development, type of land use, exposure of the territory to hazardous natural processes, climate change, dynamics of climate characteristics.

Received by the editors 31.03.2021

For citation. Korchagina E.A., Gedueva M.M., Ataev Z.V., Dzhappuev D.R., Drozdov A.L. Geocological research in the territory of the northern slope of the Great Caucasus // News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS. 2021. No. 2 (100). Pp. 126-138.

Сведения об авторах:

Корчагина Елена Александровна, к.ф.-м.н., с.н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: helena.a.k@mail.ru

Гедуева Марьяна Мартиновна, к.г.н., н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: kbncran@mail.ru

Атаев Загир Вагитович, к.г.н., профессор кафедры географии и методики преподавания, проректор – начальник управления научных исследований Дагестанского государственного педагогического университета, н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

E-mail: zagir05@mail.ru

Джаппуев Дахир Ратминович, м.н.с. Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: kbncran@mail.ru

Дроздов Антон Леонидович, стажер-исследователь Центра географических исследований Кабардино-Балкарского научного центра РАН; студент 3-го курса Института информатики, электроники и робототехники по специальности «Электроника и нанoeлектроника» Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова.

360010, КБР, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2.

E-mail: cgrkbncran@bk.ru

Information about authors:

Korchagina Elena Aleksandrovna, Candidate of Physical and Mathematical sciences, senior researcher of the Center of geographical researches of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarov str.

E-mail: helena.a.k@mail.ru

Gedueva Maryana Martinovna, Candidate of Geographical Sciences, sresearcher of the Centre of geographical researches of the KBSC of RAS.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarov str.

E-mail: kbncran@mail.ru

Ataev Zagir Vagitovich, Candidate of Geographical Sciences, Professor of Geography and Teaching Methods Department, Vice-Rector, Head of the Research Department, Dagestan State Pedagogical University; researcher at the Centre of geographical researches of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: zagir05@mail.ru

Dzhappuev Dakhir Ratminovich, junior researcher, the Center of geographical researches of the KBSC of RAS.

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarov str.

E-mail: kbncran@mail.ru

Drozдов Anton Leonidovich, trainee-researcher, Center of geographical researches of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 3rd year student of Kabardino-Balkarian State University, Institute of Informatics, Electronics and Robotics, specialty "Electronics and Nanoelectronics".

360010, KBR, Nalchik, 2 Balkarov str.

E-mail: cgrkbncran@bk.ru