

УДК 528.81: (535.33+535.34):(631.41+631.44) (021.4) (479.24-234.9)

Канд. с.-хоз. наук И.И. Марданов *

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ТРАНСФОРМАЦИЙ ОПОЛЗНЕВЫХ МАССИВОВ ЮГО-
ВОСТОЧНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА***ОПОЛЗНИ, БОЛЬШОЙ КАВКАЗ, СКЛОН, СУБАЛЬПИЙСКИЙ,
АЛЬПИЙСКИЙ, ЛАНДШАФТ, ВЫСОКОГОРНЫЕ, ГОРНО-ЛУГОВОЙ,
ПРОЦЕСС, ЭРОЗИЯ*

В работе проанализированы возможности прогнозирования оползней в природной области Большого Кавказа с использованием имеющихся геолого-геоморфологических, климатических и ландшафтных данных, а также визуальных наблюдений. Эти данные позволили выявить главные различия факторов рельефной ситуации, гидрометеорологических условий в отдельных физико-географических районах, в которых проявляются оползни, характер и интенсивность землепользования, в той или иной степени влияющую на сход оползней и подверженную их разрушительному воздействию. Выявлено, что в горной части территории в качестве основных факторов схода оползней выступают различные природные причины, а в оползнях Апшеронского полуострова большую роль играют и антропогенные причины.

Введение. Вопросы выявления причин геодинамических процессов – осыпей, россыпей и оползней многие годы находятся в центре внимания географической общественности страны по причине пагубных последствий этих явлений для социальной сферы и хозяйственной деятельности горных регионов [1, 11].

Южный и северо-восточный склоны Большого Кавказа отличаются сложным геоморфологическим строением. Это проявляется в структуре чередования водопроницаемых слоев пород, переплетением тектонических нарушений, а также высокую сейсмичность, довольно часто малозаметную, но являющуюся решающим фактором сползания и обрушения масс пород.

Существенное влияние на развитие оползневых процессов оказывает наклон земной поверхности, скапливающий в себе значительную энергию

* Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит, Азербайджан

всей массы пород склона. Но, как известно, большие уклоны не всегда приводят к оползням, даже на близко расположенных к оползневым массивам участках. Так, склоны с твердыми материнскими породами являются устойчивыми, склоны же с чередованием слоев рыхлых пород и глин являются наиболее подверженными воздействию геодинамических факторов. Большие уклоны, особенно характерны для южного склона Главного Кавказского хребта, что приводит к оползням обвального характера, в корне изменяющего облик ландшафта данного участка [7, 8].

По степени устойчивости к воздействию оползневых процессов горная территория дифференцируется на относительно устойчивые, средне активные и активные участки. В пределах горно-луговой зоны устойчивые участки характеризуются наличием четко выраженных задернованных субальпийских и альпийских ландшафтов, не нарушенных геодинамическими процессами. К средне активным участкам можно отнести массивы с закрепленными и полужакрепленными оползнями, а активным – массивы, где горно-луговой покров почти полностью нарушен постоянно возобновляющимися движениями масс пород. Такие участки могут быть подвержены влиянию других экзодинамических процессов – почвенной эрозии, накоплению и перемещению осыпей и россыпей, представляющих не меньшую опасность для ландшафтной и всей экологической ситуации.

Как известно, важным элементом развития ландшафтов является перенос химических частиц, как части круговорота веществ. В этом отношении высокогорные ландшафты Большого Кавказа являются малоизученными и требуют анализа воздействия экзогенных процессов на изменения количества и соотношения различных химических элементов и их соединений в почвах и растительности в зависимости от интенсивности различных природных явлений. Для этих целей могут быть привлечены специалисты различного профиля – географы, почвоведы, ботаники, химики, общие усилия которых могут помочь выявить общую картину происходящих геохимических изменений.

Геодинамическая ситуация на Апшеронском полуострове в значительной степени осложняется интенсивным градостроительством, сопровождающимся развитием социальной и промышленной инфраструктуры, что приводит к изменению первоначального рельефа и усилению факторов оползнеобразования.

Объекты и методы исследований. Юго-восточная оконечность Большого Кавказа, являющаяся активной с точки зрения схода оползней, всегда привлекала внимание исследователей различных дисциплин – геологов, геоморфологов, ландшафтоведов, почвоведов и т.д. пытающихся выявить причины этого разрушительного процесса, дать оценку степени влияния того или иного фактора на данное явление. Это позволило определить главные ополз-

невые массивы, литологический состав пород оползневых склонов, основные ландшафтные элементы отдельных крупных оползней. Выявленные оползневые массивы расположены, в основном, на юго-восточном (в бассейнах рек Гирдыманчай, Пирсаатчай) и Северо-восточном склоне Главного Кавказского хребта, а также на Боковом хребте в пределах Азербайджана (в бассейнах рек Гусарчай, Гудиалчай) во всех высотных ландшафтных поясах. Они представляют собой площадные оползни и оползни-потоки различной конфигурации и развивающиеся в различных морфоклиматических условиях, с разной степенью и характером антропогенно-техногенного воздействия.

Эти работы производились во время полевых визуальных исследований, а также камеральных изысканий, подразумевающих измерения на топографических картах, выявляющих уклоны поверхности, стимулирующие сползание горных масс.

Замеры образовавшихся в результате оползней трещин на разных массивах и определение их временной динамики позволяют провести районирование территории по активности пород с целью выявления наиболее оползнеопасных территорий. Описание ландшафтной ситуации, ее отдельных компонентов способствует выявлению проявляющихся через определенное время различий, происходящих также под влиянием геодинамических процессов.

Дешифрирование аэрокосмических изображений дает возможность их интерпретации для выявления геоморфологических и ландшафтных особенностей последствий оползней и их пространственную и временную динамику при наличии снимков разных лет. В Азербайджане многие годы проводились работы по созданию и совершенствованию различных средств и методов интерпретации аэрокосмических данных для определения направлений развития пагубных природных явлений [9].

Полученные результаты. Имеющиеся материалы многочисленных исследований природных условий Большого Кавказа дают возможность выявить предпосылки возникновения и развития оползневых процессов и создать определенную группировку оползневых массивов с целью разработки защитных мероприятий по предотвращению их пагубных последствий. С этой целью был обработан материал по физико-географическому и синоптическому районированию природной области Большого Кавказа, осуществленному Б.А. Будаговым, М.А. Мусеибовым, А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинским [2, 4, 5] в пределах Азербайджана и определен ряд факторов, обуславливающих сход оползневых масс.

Высокогорные территории Большого Кавказа входят в пределы нескольких физико-географических районов. Гонагкендский район охватывает в структурном отношении Туфанский антиклинорий, Шахдаг-Хызинский синклинорий, Тенги-Бешбармагский антиклинорий, восточную окраину За-

гатало-Говдагского синклиория и Гусарскую моноклираль. В связи с формированием на различных абсолютных высотах ряда межгорных впадин, созданы условия для развития населенных пунктов, земледелия и скотоводства, которые впрочем, могут послужить причиной эрозионного, но не оползневого процесса. Оползневые явления здесь имеют природный характер, связанный, по-видимому, с колебаниями сейсмоактивности, характером подстилающих пород, размывающей деятельностью рек, особенно, во время паводков и атмосферными осадками, в том числе, ливневыми дождями. Межгорная впадина Шахдюзю (2400...2700 м над уровнем моря) используется в качестве летнего пастбища. Рельеф района обладает большим диапазоном высот (200...4460 м) и поэтому высотная поясность представлена здесь в полном спектре. Понижение абсолютной высоты рельефа и усиление аридности в юго-восточном направлении, приводит к уменьшению речного стока, аридизации лесов, исчезновению высокогорных ландшафтных поясов и расширению ареалов сухих степей и полупустынь в сторону низкогорий. В динамическом развитии и формировании рельефа основную роль играют гравитационные (обвалы, оползни) и эрозионные процессы, но велика роль и экзарационной деятельности остатков древнего оледенения.

Перепады высот на южном склоне Главного Кавказского хребта, который в основном, охватывает Загатало-Лагичский физико-географический район, протягивающийся с запада, с грузинской границы до долины реки Гирдиманчай на востоке на 220 километров, с крутыми склонами составляют 2800...2900 метров. Уклоны поверхности изменяются в пределах 30° ... 45° , что возможно является определяющим фактором развития оползневых процессов, наряду с ливневыми осадками, характерными и для северо-восточного склона Большого Кавказа и высокой сейсмичностью. Ряд рек (Мазымчай, Белоканчай, Курмухчай, Дашагильчай и др.) пересекают южный склон поперек, образуя долины с крутыми склонами. На территории господствуют широколиственные леса, которые впрочем, не могут послужить закрепляющими от оползания породы факторами, горные луга и субнивальные ландшафты. В связи с большой площадью оголенных склонов, покрытых материалами выветривания, скальными обнажениями, периодически выпадающие ливневые дожди в бассейнах рек формируют сели, которые наносят большой вред населению и хозяйствам предгорных районов. Оползни, возникновение которых также не связано в прямом отношении с антропогенным фактором, наиболее широко развиты в среднем течении реки Гирдиманчай, в Лагичской впадине на склонах гор и создают препятствия развитию экономики и сельского хозяйства населенных пунктов.

Шемахинский (Горный Ширванский) физико-географический район окруженный с запада рекой Ахсу, с севера водоразделом Главного Кавказского

хребта, с востока Гобустанским низкогорьем, а с юга Ширванской степью характеризуется высокой сейсмичностью (8...9 баллов), которая возможно играет ведущую роль в нарушении сцепления между массами пород и сходе оползней. На территории района, с более влажным климатом, преобладают горно-степные, лесостепные, горно-лесные и горно-луговые ландшафтные комплексы. Здесь последствия оползней в связи с малонаселенностью территории, к счастью, не приводили к большим человеческим жертвам, но периодически выводят из строя магистральную дорогу, на текущий ремонт которой уходит немало государственных средств. Наиболее широко развиты оползни в бассейнах рек Ахсу, Пирсаат и Гозлучай, которые наносят большой вред населенным пунктам, дорогам и хозяйствам. Участок Чухурюрд-Пиргулу является удобной зоной отдыха и обладает особенностями горно-климатического курорта, расширение которого может обострить проблему ее защиты от природных катастроф.

Изучение геодинамической ситуации на Апшеронском полуострове, являющемся частью Большого Кавказа становится актуальной научно-практической проблемой для жизнеобеспечения большей части населения страны. Территория Бакинской агломерации, переживает строительный бум, который способен обострить ранее существовавшие проблемы и создать новые, в связи с интенсивным высотным строительством в Бакинском амфитеатре. На сегодняшний день известны главные оползневые массивы в пределах города и выявлены наиболее вероятные причины схода оползней на данных участках. Однако с расширением пределов города и продвижением жилищного строительства, в том числе элитного, например, к югу от центра города в сторону Баиловского уступа возникают новые опасности для жизни людей на некогда слабозаселенном участке Апшеронского полуострова. Уже высказывались обоснованные мысли о том, что строительные работы способны изменить русла стока грунтовых вод, всегда игравших большую роль в активизации движения масс пород. Данная территория несколько раз становилась ареной действия природной стихии и по этой причине, строительство на этой территории носило ограниченный характер. Были выявлены подвижки в породах и после схода оползня в 2000-м году, свидетельствующие о непрекращающихся геодинамических процессах (рис. 1). В последующие годы происходили оползни с менее тяжелыми последствиями в разных частях города, например, около памятника Н. Нариманова в нагорной части, чему способствовало увеличение крутизны склона в результате земляных работ, приведших к созданию крутого уступа на данном участке склона. К этому времени были выявлены основные природные показатели Апшерона, на фоне которых происходят оползневые процессы. Эти процессы при схожих условиях и подобном характере землепользования могут себя проявить на близлежащих и достаточно отдаленных территориях с аридным климатом низкогорий.

Территория Апшеронского полуострова и города Баку входит в пределы Гобустан-Апшеронского физико-географического района природной области юго-восточной оконечности Большого Кавказа, являющегося оползнеопасной территорией для всего южного Кавказа [3]. Большая часть района состоит из низкогорий с широким распространением аридно-денудационных процессов и в тектоническом отношении входит в пределы Шемахинско-Гобустанского синклинория и юго-восточной оконечности мегаантиклинория Большого Кавказа [10]. Вследствие определенного рельефа и аридности климата, на этих территориях преобладают ландшафты полупустынь и сухих степей. Здесь доминирует галофитная растительность. Развита овражная эрозия, бедленды и глинистый карст, в связи с выходом на поверхность глинистых пород и брекчий грязевых вулканов. Широко распространены зимние пастбища. Одним из главных характерных черт района является незначительность речной сети, которая не может играть важную роль в размыве подошвы склонов и привести к оползанию горных масс как в других горных районах Большого Кавказа.

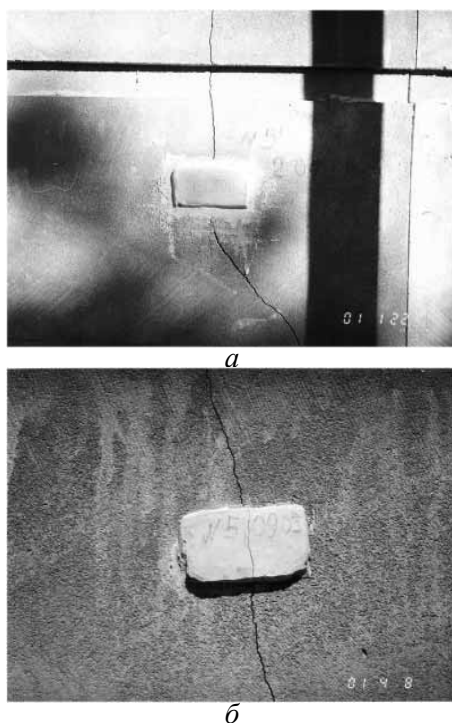


Рис. 1. Свидетельства непрекращающихся геодинамических процессов. Трещина шириной 2...3 мм (б), образовавшаяся через 3 месяца на наблюдательном кирпиче (а) в основании строения, расположенного в районе «Аллеи шахидов».

Территория Большого Кавказа не редко подвергается влиянию холодного воздуха, распространяющегося из районов Карского моря, Скандинавии, юга Восточной Европы и Казахстана, проникающих на территории через Каспийское море. Редко воздушные массы проникают через территорию Грузии. Иногда территория находится под влиянием теплого воздуха субтропического антициклона. По влиянию синоптических процессов на территорию можно выделить три подрайона.

В горном подрайоне, входящем в состав Загатало-Лагичского и Горно-Ширванского (Шемахинского) физико-географических районов природной области Большого Кавказа и охватывающем южный склон Главного Кавказского хребта, среднегодовые температуры составляют $0...7\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднеянварская температура $-5...-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а среднеиюльская $+5...+17\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков $1000...1300\text{ мм}$. Максимально влажный период – конец весны начало лета. В этот период может происходить активизация роли грунтовых вод в развитии оползней.

Губа-Шемахинский район также входит в состав природной области Большого Кавказа и охватывает юго-восточный склон Главного Кавказского хребта, северо-восточный склон Большого Кавказа, Гусарскую наклонную равнину и Самур-Девичинскую низменность. Он в большей степени, чем другие районы подвергается воздействию холодных воздушных масс арктических и умеренных широт и Среднеазиатского антициклона. Напротив, воздействие тропического антициклона проявляется здесь слабо. Морская воздушная масса проникает сюда только с северо-запада – через Северный Кавказ. Губа-Шемахинский район делится на три подрайона.

В Горном подрайоне, входящем в пределы Гонагкендского и Горно-Ширванского (Шемахинского) физико-географических районов среднегодовая температура достигает $+5...+7\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднеянварская $+4...+6\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднеиюльская $+14...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков составляет $400...600\text{ мм}$, что говорит о том, что роль осадков в оползнеобразовании здесь меньше, чем в других районах, хотя максимум осадков здесь наблюдается, как и в Огуз-Исмаиллинском районе в конце весны начале лета. Большую роль в развитии оползней может сыграть стабильный и продолжительный снежный покров.

В Загатало-Шекинский синоптический район, входящий в состав Загатало-Лагичского физико-географического района природной области Большого Кавказа, большая часть воздушных масс входит через территории

Черного моря и Грузии, редко с востока. Высокогорные территории этого района входят в пределы горного подрайона, общие климатические особенности которого мало отличаются от других подрайонов.

Территория Апшеронского полуострова и города Баку входит в пределы Апшерон-Гобустанского синоптического района, охватывающего одноименный физико-географический район природной области Большого Кавказа, отличающегося от других сильными широтными воздушными потоками. В пределах этого района выделяются два подрайона: подрайон Апшеронского полуострова и Гобустанский подрайон.

В подрайоне Апшеронского полуострова среднегодовая температура составляет +14...+15 °С, среднеянварская +3...+4 °С, среднеиюльская +24...+26 °С, среднегодовая сумма осадков 100...250 мм, наибольшее количество осадков выпадает осенью, господствуют ветры северного направления, называемые хазри (или же Бакинский норд), часто сопровождающийся бурей. Туманы и снегопады – явления редко повторяющиеся.

В Гобустанском подрайоне, охватывающим низкогорья на юго-восточной оконечности Большого Кавказа, среднегодовая температура составляет +11...+13 °С, среднеянварская -1...-3 °С, среднеиюльская +22...+25 °С, среднегодовая сумма осадков 150...300 мм, наибольшее количество осадков выпадает осенью. Господствуют северные и северо-восточные ветры, во время фёна дует сильный юго-западный ветер. Бури, туманы и снегопады наблюдаются чаще, чем на Апшеронском подрайоне.

Приведенный анализ показывает, что климатические условия этих подрайонов сильно не отличаются и не могут рассматриваться как ведущий фактор возникновения оползней. Здесь главную роль приобретают геолого-геоморфологические факторы, и особенно на примере Апшеронского полуострова – техногенные.

Выводы. Многочисленные изыскания, направленные на разработку мероприятий по предотвращению схода оползней, основываются на уменьшении уклонов горных склонов, фитомелиоративных работах, подразумевающих восстановление сомкнутого растительного покрова на нарушенных массивах. Такой подход иллюстрирует недостаточное понимание сути механизма данного процесса, охватывающего не просто земную поверхность, но достаточно мощный покров осадочных пород с определенным наслоением, иногда до нескольких десятков метров. Довольно часто в публикациях различного характера встречается выражение «оползание почв», что исходит

из-за непонимания геолого-геоморфологической сути оползневой ситуации, поверхностного отношения к возможным последствиям этого явления. Известны случаи человеческих жертв в результате оползней, например, трагедия селения Варна, расположенного на юго-восточном склоне Главного Кавказского хребта, унесшая жизни многих жителей села. Геологи отмечают наличие землетрясений оползневой природы, являющихся элементом геодинамической цепи.

В то же время, предпринимаются попытки мелиорации оползневых массивов, которые являются малоэффективными. Они, в основном, направлены на выравнивание поверхности и восстановление сомкнутого почвенно-растительного покрова, в том числе, путем осуществления лесопосадок.

Данные меры приводят к временной стабилизации геодинамической ситуации, что на самом деле, является началом нового цикла в развитии оползневой ситуации. Посадка деревьев улучшает почвенно-экологическую, но не геолого-геоморфологическую ситуацию, так как корни деревьев не способны в достаточной степени сдерживать движение пород. Примером могут послужить многочисленные оползни горно-лесного пояса Большого Кавказа в пределах Азербайджана, сильно изменившие весь облик ландшафта, привнося до того не встречающиеся элементы в ее горизонтальную структуру.

Предполагаемые мероприятия. В этой связи возникает острая необходимость в крупномасштабной инвентаризации оползневых массивов, подразумевающей составление детальных ландшафтных, геолого-геоморфологических, почвенных и геоботанических картосхем, в том числе, с использованием материалов аэрокосмической съемки. Картографические материалы должны быть дополнены метеорологическими данными, включающими информацию о количестве, характере и режиме выпадения осадков, среднегодовых и среднемесячных температурах воздуха.

Проведенные в 90-е и 2000-е годы визуальные наблюдения, с использованием топографических карт и аэрофотоматериалов позволили составить карту части изученной территории, охватывающей северо-восточный склон Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) с выделением участков с различной степенью подверженности экзогенным рельефообразующим процессам. Это может помочь определить приоритеты в выборе наиболее нуждающихся в природоохранных мероприятиях районов (рис. 2).



Рис. 2. Карта-схема экологической устойчивости высокогорной части северо-восточного склона Большого Кавказа. Масштаб 1:200000. 1 – продолжительно устойчивая поверхность; 2 – в слабой степени неустойчивая поверхность; 3 – в средней степени неустойчивая поверхность; 4 – в сильной степени неустойчивая поверхность; 5 – в аномальной степени неустойчивая поверхность.

Важное место в описании оползневого массива должна занять информация о гуманитарной и хозяйственной ситуации оползневого участка, включающая данные о количестве населенных пунктов, численности их населения, типе населенного пункта, особенностях их расположения, количестве и характере предприятий, социально-бытовых объектов, расположенных на данной территории.

Накопление и обработка большого объема данных позволит провести сопоставление вероятных факторов, обуславливающих процесс схода оползней и выявить ключевой фактор, не учтенный при первоначальном рассмотрении, с целью поиска возможностей его нейтрализации [6]. Такой подход способен дать больший экономический эффект, нежели осуществление целого ряда мероприятий, порой не дающих желаемого результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ализаде Э.К., Гулиева С.Ю., Тарихазер С.А. Оценка степени подверженности геоконплексов южного склона Большого Кавказа оползневными процессами // Научно-практическая конференция «Природно-разрушительные явления Шеки-Закатальской области и экогеографические проблемы развития региона», 9-10 июня. – Шеки, 2005. – С.63-65.

2. Будагов Б.А. Районирование оползней территории Азербайджана по степени интенсивности их проявления // Изв. АН АзССР. Серия наук о Земле. – 1982. – №6. – С. 62-71.
3. Будагов Б.А., Ализаде Э.К., Тарихазер С.А. Современные тенденции развития стихийно-разрушительных процессов и оценка экогеоморфологической опасности (на примере южного склона Большого Кавказа) // Научно-практическая конференция «Природно-разрушительные явления Шеки-Закатальской области и экогеографические проблемы развития региона», 9-10 июня. – Шеки: 2005. – С. 25-28.
4. Будагов Б.А., Мусейбов М.А. О новом физико-географическом районировании Азербайджанской ССР // Докл. АН АзССР. – 1975. – Т. 31. №2. – С. 71-76.
5. Климат Азербайджана // Под ред. А.А. Мадатзаде, Э.М. Шихлинского. – Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. – 342 с.
6. Марданов И.И. О возможности использования экспертной системы для прогнозирования оползней / Географические проблемы обеспечения экологической безопасности природно-хозяйственных систем // Труды Географического общества Азербайджана. Том XIV. – Баку. – 2009. – С. 36-40.
7. Марданов И.И., Гаджизаде Ф.М. Факторы, влияющие на оползневые процессы в Апшероне (на азерб. языке) // Проблемы опустынивания в Азербайджане. Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения академика Б.А. Будагова. – Баку, 2003. – С.192-195.
8. Марданов И.И., Меджидов Д.Б., Меджидова В.Г., Абдуллаев Г.Г. Системный анализ факторов, характеризующих процессы оползнеобразования в Апшероне (на азерб. языке) // Известия АНАКА (Посвящается дню космонавтики). Физико-технические проблемы способов дистанционного зондирования. – Том 8. – 2005. – №1 (8). – С. 85-92.
9. Мехтиев А.Ш. Аэрокосмические исследования в Азербайджане (на азерб. языке) // Материалы второй научно-практической конференции «Азербайджан на пороге 21 века». – Баку, 1998. – С. 343-346.
10. Мусейбов М.А. Физическая география Азербайджана. // Учебник для географических факультетов университетов (на азерб. языке) – Баку: Маариф, 1998. – 400 с.
11. Пашаев Н.А. Управление природных катастроф на территории Азербайджанской Республики (на азерб. языке) // Труды Географического общества Азербайджана. Современные географические исследования в Азербайджане, том XI. – Баку. – 2007. – С. 283-289.

А-шар. ғылымд. канд. И.И. Марданов

**ҮЛКЕН КАВКАЗДЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ШЕТТЕРІНДЕГІ ЖЫЛ-
ЖЫМА СІЛЕМДЕРІНІҢ АУЫСУЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕСІНДЕ
НЕГІЗГІ ФАКТОРЛАРЫН АНЫҚТАУ**

Бұл жұмыста Үлкен Кавказдың табиғи аумақтарындағы жыл-жымаларды болжау мүмкіндіктері бар геолого-геоморфологиялық, климаттық, ландшафтық және қарапайым бақылау мәліметтерін қолдана отырып талданған. Бұл мәліметтер рельефтік жағдайлар факторларының негізгі өзгешелігін, жылжымалар болатын кейбір физико-географиялық аудандардың гидрометеорологиялық жағдайын, жылжымалардың көшуіне және қирату әсеріне келтіретін жер сілкінісінің мінездемесі мен қарқындылығын анықтауға мүмкіндік береді.