

УДК 528.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОГОРЬЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

© Марданов И.И.

Сумгаитский государственный университет, г. Сумгаит, Азербайджан

В этой работе представлены некоторые результаты проведенных в высокогорьях азербайджанской части Главного Кавказского и Бокового хребтов Большого Кавказа различных исследований с использованием материалов полевых изысканий и дешифрирования космических снимков. Результаты этих работ, совместно с анализом изысканий других исследователей, позволили охарактеризовать особенности развития природных условий высокогорий, выявить наиболее деградированные участки горных ландшафтов и определить наиболее оптимальные пути защиты природной среды.

***Ключевые слова:** ландшафты, зона, снимки, комплекс, склон, покров, геодинамический*

Вводная часть. Природные условия Большого Кавказа и процессы, здесь происходящие, в своем распространении подчиняются высотной поясности, являющейся, как отмечают многие исследователи [1, 5, 6, 8], следствием новейших тектонических движений и отличающейся ландшафтными комплексами, экзогенными процессами, протекающими в них. В дальнейшем переформировании ландшафтов большую роль сыграли эндогенные и экзогенные процессы (оползни, обвалы, осыпи т. д.). Во избежание в будущем возможных катастрофических последствий, связанных с

динамическими процессами, необходимо тщательное изучение территории.

Материалы и методы исследования. Обобщив результаты некоторых исследований, проведенных в области оценки природных условий Большого Кавказа с целью развития различных отраслей хозяйства и эффективной природоохранной деятельности, нами был выбран оптимальный путь оценки степени деградации горных ландшафтов под воздействием геодинамических процессов с помощью комбинированного использования аэрокосмических материалов, визуальных наблюдений и лабораторной обработки взятых образцов.

Поставленные задачи подразумевали определенную очередность проводимых исследовательских работ. Так, при сборе и систематизации существующих геолого-геоморфологических, ландшафтных, гидрометеорологических и почвенно-растительных материалов о природных условиях высокогорий Большого Кавказа был обработан огромный материал исследований экзогенных геодинамических процессов, проведенных в различные годы.

Материалы почвенных и геоботанических исследований, проведенные в предыдущие годы дали возможность определить основные типы почв и растительные группировки, распространенные в данной территории, главные ареалы их развития и условия их формирования.

Обобщение результатов влияния деградационных процессов на состояние почвенно-растительного покрова на основе полевых и камеральных изысканий, в том числе, лабораторных анализов взятых в характерных ключевых участках образцов и визуальные дешифрирования аэрофотоснимков дали возможность определить степень деградированности высокогорных ландшафтов на Южном склоне Главного Кавказского хребта и Северо-восточном склоне Большого Кавказа, составить карты-схемы территории.

Нами были проведены визуальные дешифрирования черно-белых аэрофотоснимков масштаба 1:25000, на которых отчетливо нашло свое отражение степень деградированности почвенно-растительного покрова. На отдельных крупных горно-луговых массивах азербайджанской части Большого Кавказа, в бассейнах рек Шинчай, Кишчай, Гурмухчай, Гирдыманчай и т.д. визуально были выделены участки разной степени эродированности, накопления рыхлообломочного материала осыпей и россыпей, придающих изображению зернистый характер.

Обобщение материалов аэрокосмофотосъемки и полевых изысканий в высокогорьях центральной части Южного склона Главного Кавказского хребта, в Юго-восточном склоне Главного Кавказского хребта, в бассейне реки Гирдыманчай, на Северо-восточном склоне Большого Кавказа, в бассейнах рек Гудиялчай и Гусарчай позволило составить различные картографические материалы, отражающие влияние деградационных процессов на состояние горных ландшафтов, позволяющих достаточно объективно оценить интенсивность этих процессов во времени и пространстве, внести соответствующие коррективы на схемы экогеоморфологического районирования территории [11, 12].

В работе были использованы материалы космических съемок, полученные из различных спутников (GeoEye, Sentinel-2 и Landsat) в 2012-2013-е годы и в 2017-м году на основе применения обрабатывающих программ SASPlanet, ArcGIS 10.2.1, сканированные крупномасштабные карты и карты, подвергнутые геореференции, а также, карта Google Landscape.

На космических снимках достаточно ясно просматривались оползневые зоны, участки разной степени эродированности, территории которых были околонтурены с помощью программы ArcGIS, горизонталы, объединяющие точки с одинаковой абсолютной высотой, были проведены через каждые 20 метров. С помощью модуля 3D Analyst программы ArcGIS была построена TIN модель (triangulated irregular network) территории. С использованием инструмента TIN to Raster модуля 3D Analyst модель TIN была трансформирована в тип Raster. Raster был переведен в 3D формат и к нему была

применена цветовая градация по высоте.

В период работ были созданы изображения оползневых массивов и горизонталей в 3D формате, которые были наложены на Raster. Отдельные фрагменты космических изображений были сфотографированы с помощью инструмента «Screenshot». В период проведения камеральных исследований проводилось дешифрирование аэро и космофотоснимков для выявления наиболее уязвимых в эрозионном отношении территорий горно-луговых ландшафтов, имеющих очень важное эколого-социально-экономическое отношение.

Результаты и их обсуждение. Эрозионные процессы, происходящие с большой интенсивностью в пределах данной территории, и созданные ими морфоскульптуры – формы рельефа являются результатом зависимости как от современных физико-географических условий, так и от морфоструктурных особенностей рельефа в целом.

Как отмечают многие исследователи [2, 7], экзогенное рельефообразование обусловлено не только общими чертами климата, но и связано с высотной поясностью, поскольку гидроклиматические процессы контролируются гипсометрическим положением территории. Это наглядно можно проанализировать по составленной карте распределения абсолютных высот. Каждому высотному поясу характерно и свойственно определенное сочетание форм рельефа в зависимости от экспозиции склонов, климатических и геолого-тектонических условий.

Процесс рельефообразования в некоторых участках идет настолько интенсивно, что сплошные горно-луговые и горно-лесные ландшафтные комплексы представлены лишь отдельными фрагментами, а все остальное превращено в сплошные каменисто-осыпные склоны.

В верхней части горно-луговой зоны, в зоне альпийских лугов преобладающими экзогенными процессами являются крионивальные рельефообразующие процессы в виде солифлюкационных нарушений маломощных дерновых почвенных горизонтов, а также мощные гравитационные формы рельефа – осыпи, россыпи и др. обломочные материалы, покрывающие альпийские и субальпийские ландшафтные комплексы. Именно к таким обнаженным участкам горно-луговой зоны приурочены основные селевые очаги.

В пределах горно-лесной зоны имеются большие участки безлесных площадей, которые при условии продолжающегося интенсивного антропогенного воздействия могут стать ареной развития неблагоприятных геодинамических процессов, приводящих к полной деградации горных массивов.

В пределах территории, особенно, на южном склоне Главного Кавказского хребта в процессе рельефообразования значительная роль принадлежит гравитационным процессам – обвалам, осыпям, россыпям и оползням. Интенсивность проявления этих процессов, типы, закономерности их распространения определяются рядом факторов, из которых основное значение имеют высота местности, глубина расчленения, крутизна склонов, климатические условия и их изменение во времени, структура и состав горных пород.

В процессе рельефообразования горно-лесной и горно-луговой зон как ландшафтных комплексов вышеуказанные гравитационные формы создали сложный и расчлененный рельеф. Такой рельеф способствует сокращению площадей типичных горных лесов и лугов, превращая их в значительных размерах в оголенные склоны, где почвенный покров почти отсутствует. Этому также способствует вырубка лесов и бессистемная пастьба скота в летнее время.

Характер развития геодинамических процессов ясно просматривается на примере оползней-потоков, которые становятся причиной возникновения новой ландшафтной ситуации, образованию лишенных почвенно-растительного покрова участков, которые в будущем могут стать ареной активного срыва и перемещения рыхлообломочного материала в речные русла и стать новыми очагами образования твердой составляющей селевых потоков.

Оползень-поток Череке является одним из самых активных оползней, возникших в пределах субальпийской зоны (рис. 1). Он возник в 1997 году на правом берегу Гудиалчай, стекающего с северо-восточного склона Главного Кавказского хребта на одном из отрогов Бокового хребта. Его длина достигает 3 км, а ширина колеблется между 25-150 метрами. Наблюдения, проведенные в 1998 году, показали, что рост оползня превысил 15-20 м и наибольшие разрушения произошли в начальной части. Оползневой материал покрыл за этот год материалы 1997 года свежим слоем в 0,5-2,0 м. Активность оползня-потока была высока в дождливые дни, когда поверхностные и грунтовые воды приводили в движение оползневые массы. В конусе выноса наблюдалось появление влаголюбивой растительности.

Цифровая модель рельефа оползня-потока Череке отражает вытянутость поверхности оползневой массы, проявляющей активность, несмотря на относительно небольшую крутизну по сравнению с другими оползнями. Это доказывает зависимость развития оползней кроме геодинамических, и от других, в том числе, морфоклиматических факторов.

Полученные гидрологические данные показывают, что большими величинами модуля стока наносов отличаются многие реки северо-восточного и южного склонов Большого Кавказа (реки Гусарчай, Гудиалчай, Велвеличай, Талачай, Курмухчай, Кишчай, Дашагильчай, Турианчай, Геокчай и др.). Многие факторы высокой интенсивности смыва с поверхности южного склона Главного Кавказского хребта относятся к природным факторам, способствующим развитию процессов денудации. В образовании селевых потоков и смыва почвенного покрова огромная роль принадлежит также и антропогенным факторам, и в первую очередь, отгонному скотоводству, являющемуся причиной разрушения целостности почвенного покрова. Особенности характера денудационных и эрозионных процессов в Азербайджанской части Большого Кавказа имеют большое значение в современных условиях развития хозяйственной структуры региона, создания разветвленной туристической и транспортной инфраструктуры [4].

Анализ существующих литературных материалов и проведенных в различные годы экспедиционных почвенно-эрозионных, ландшафтных исследований свидетельствует о том, что такая неравномерность модуля стока наносов обусловлена интенсивным развитием эрозии в области Большого Кавказа [3, 9]. Она связана с распространением здесь легкоподдающихся размыву пород, наличием значительных площадей оголенных участков в высокогорной части бассейнов, большой крутизной склонов, их расчлененностью, связанными интенсивностью новейших тектонических поднятий и др. факторами. Существующие данные говорят о высокой интенсивности смыва с поверхности водосборов в верховьях рек Большого Кавказа, достигающей наибольших значений – более 1 мм/год. Мнение подавляющего большинства специалистов сводится к тому, что причиной этого является, прежде всего, литологический состав пород, представленных на Большом Кавказе, преимущественно, осадочными, легко поддающимися размыву, в отличие от устойчивых вулканических пород Малого Кавказа и системы гор Талыша. Кроме того, как показывают метеорологические данные, количество выпадающих осадков, играющих большую роль в интенсивности смыва, достигает в высокогорьях южного склона Главного Кавказского хребта 900 – 1400 мм, в то время как в Малого Кавказе 600–900 мм, а в Талыша – до 600 мм. По-видимому, существенную роль играет и высокая расчлененность рельефа и крутизна склонов Большого Кавказа, особенно, характерная для южного склона Главного Кавказского хребта, отражающаяся как на топографических картах, так и на аэрокосмических снимках.

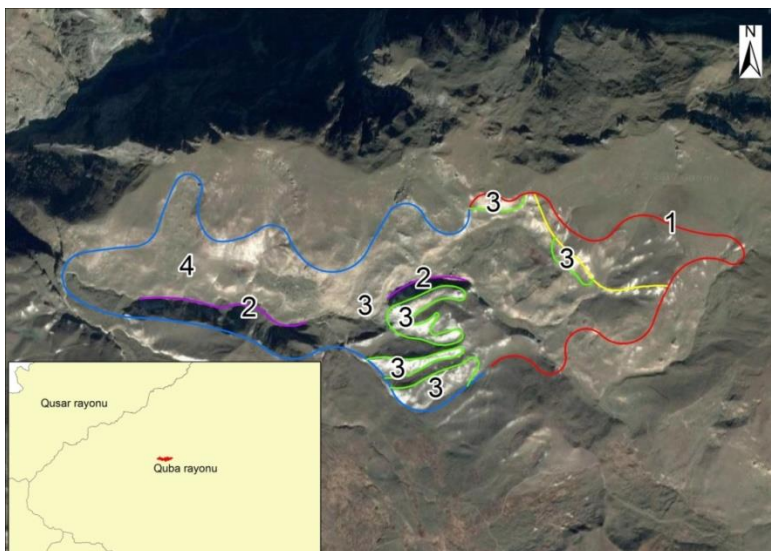


Рис. 1. Космический снимок оползня-потока Череке (Губинский административный район), представленный компанией «Google» (США) и заснятый 18 октября 2013 г., со степенью разрешения в 1 м, на котором затенениями отражены крутые склоны

а светлыми оттенками – свежие оползневые материалы:

- 1 – бровка отрыва; 2 – крутые склоны оползневых масс; 3 – свежие оползневые материалы; 4 – тело оползня, заросшее растительностью.*

Интересно, что на Большом Кавказе величина слоя смыва с высотой прогрессивно увеличивается, что указывает на преобладание интенсивной денудации в высокогорье. На среднегорных участках наличие лесного покрова значительно препятствует водной эрозии, вследствие чего с нарастанием площади водосбора величина модуля стока наносов уменьшается и составляет при выходе рек из гор около 0,5 мм/год. Для сравнения скажем, что в области Малого Кавказа и Тальша интенсивность поверхностного смыва увеличивается от верхней зоны гор к предгорьям.

О слабой защищенности поверхности древесной растительностью в результате интенсивного антропогенного воздействия говорит тот факт, что в некоторых частях бассейнов рр. Курмухчай, Шинчай и Кишчай горно-луговая, высокотравная субальпийская растительность опущена до высотных отметок 1600-1700 м.

Примером этому является территория крупного горно-лугового массива «Ханяйлаг», расположенного на одноименном отроге южного склона Главного Кавказского хребта. Этот участок находится вблизи города Шеки, представляющего собой культурно-историческое значение и являющегося важным центром внутреннего и иностранного туризма. На космическом снимке со степенью разрешения в 10 м светлыми пятнами отчетливо просматриваются оголенные участки между горно-лесным и горно-луговыми поясами, являющиеся очагами разрушения почвенно-растительного покрова, способными охватывать все более новые территории данного массива и представляющие собой угрозу срыва селеформирующего рыхлого обломочного материала.

Важной особенностью оползней, прогнозирование которых пока является большой научной проблемой, является то, что они зачастую являются селевыми очагами, подпитывающими русла рек обломочным материалом. Это более характерно для бассейнов селеносных рек юго-восточного склона Главного Кавказского хребта.

Роль растительности проявляется в комплексе с остальными определяющими факторами, уменьшая степень экзогенного воздействия (рис. 2). Так, на южном склоне Главного Кавказского хребта лесная растительность значительно снижает

интенсивность денудации, что сочетается с воздействием неотектоники и литологии. В то же время на Малом Кавказе и Талыше влияние лесной растительности как бы «снижается» противоположным по направленности влиянием литологического фактора, формируемого магматическими породами.

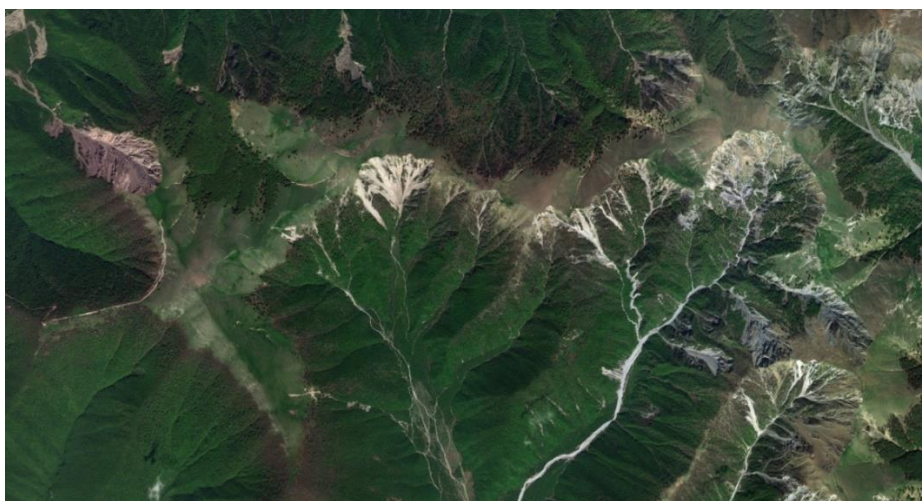


Рис. 2. На космическом снимке территории горно-лугового массива «Ханяйлаг», расположенного на одноименном отроге южного склона Главного Кавказского хребта (Шекинский административный район), заснятом со спутника Sentinel-2 Европейского союза светлым фототонном отчетливо просматриваются сильноэродированные участки, представляющие собой участки срыва обломочного материала и возникновения селевых очагов.

При этом большое значение приобретает составление картографических материалов на основе дешифрирования аэрокосмических фотоматериалов и статистических данных, на которых получают свое отражение геодинамические процессы, климатические колебания, пагубно влияющие на горные ландшафты территории Большого Кавказа и в том числе, на почвенный покров, чуткий к антропогенному воздействию. В целом, работы, направленные на оценку природных условий предоставляют фактический материал, отражающий состояние природной среды Большого Кавказа в условиях воздействия антропогенных факторов, служащие основанием для выбора наиболее оптимальных решений при планировании природоохранной деятельности [10, 14].

В сопредельных странах в настоящее время активно ведутся ландшафтно-экологические и гидрометеорологические исследования, направленные на оценку роли воздействия природных и антропогенных факторов на горные геосистемы [13].

Выводы и рекомендации. При выявлении факторов, влияющих на возникновение и развитие деградационных процессов, были определены главные морфоклиматические факторы экзогенного рельефообразования, наиболее важными из которых являются ливневые осадки, приводящие к интенсивному смыву разрушенного почвенного покрова горно-луговой зоны. К геолого-геоморфологическим факторам развития геодинамических процессов, приводящим к сложной ландшафтно-экологической ситуации можно отнести характер осадочных пород, преобладающих в высокогорьях азербайджанской части Большого Кавказа, склонных к смещению в условиях больших уклонов склонов.

По результатам проведенных изысканий было выявлено, что важным фактором развития геодинамических процессов в высокогорьях Большого Кавказа является состав

подстилающих пород, которые достаточно податливы эрозионным и денудационным процессам, особенно в условиях ливневых осадков, характерных для горных территорий. Анализ образцов почвенных профилей продемонстрировал различия их толщины в зависимости от уклонов поверхности, обуславливающих степень развития деградационных процессов.

Обзор проведенных в высокогорьях Большого Кавказа исследований показывает, что в целях исследования экзодинамических процессов высокую эффективность приобретает применение крупномасштабных аэро- и космофотоматериалов, которые с большей точностью и оперативностью позволяют выявлять характер протекания этих процессов и, в целом, характер экзогенного рельефообразования.

Вместе с этим, следует подчеркнуть, что осуществление исследований с целью оценки степени деградации с использованием материалов аэро- и космофотосъемки на данном этапе без проведения полевых изысканий крайне затруднено и эта проблема на данном этапе еще не является полностью решенной. На сегодняшний день исследование природных условий природной области Большого Кавказа приобретает четко экономическое значение по причине развития рекреационно-туристического хозяйства на фоне сложных демографических процессов.

Выявленные особенности водной эрозии показывают, что современное состояние почвенного и растительного покрова горных водосборов требует проведения неотложных мероприятий, направленных на борьбу с водной эрозией и повышение водорегулирующей способности бассейнов рек.

Литература

1. *Абдуев М.А.* Рекогносцировочная оценка состояния речных бассейнов Азербайджана по антропогенной нагрузке // Гидрометеорология и экология, Ежеквартальный научно-технический журнал, №2, Алматы, 2010. С. 55-62.
2. *Абдуев М.А.* Денудация в горных областях Азербайджана по данным о стоке наносов и растворенных веществ // Гидрометеорология и экология, Ежеквартальный научно-технический журнал, №4, Алматы, 2011. С.122-131.
3. *Абдуев М.А.* Закономерности территориального распределения модуля ионного стока горных рек Азербайджана // Метеорология и гидрология, №7, 2014. С. 72-82.
4. *Агаев Т.Д., Марданов И.И., Гаджизаде М.Ф.* Экологические аспекты строительства туристических объектов в высокогорьях азербайджанской части Большого Кавказа // Материалы научно-практической конференции по теме «Оценка риска и проблемы безопасности», 25-26 апреля 2013 года, Баку, 2013. С. 189-191.
5. *Ализаде Э.К., Тарихазер С.А.* Динамика изменения структуры опасных стихийно-бедственных явлений азербайджанской части большого Кавказа в условиях глобальных изменений // Устойчивое развитие горных территорий, 2010, №3(5). С. 49-56.
6. *Ализаде Э.К., Тарихазер С.А.* Экогеоморфологическая опасность и риск на Большом Кавказе (в пределах Азербайджана). Москва: МАКС Пресс, 2015, 207 с.
7. *Ахундов С.А.* Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. - Баку: Элм, 1978, 98 с.
8. *Будагов Б.А., Мамедов Р.М., Ализаде Э.К.* Проблемы сбалансированного развития экодинамически напряженных горных геосистем азербайджанской части Большого Кавказа // Известия Российской Академии Наук, Серия географическая, 2009, №3. С. 37-41.
9. *Мамедов Дж.Г.* Методика расчёта изменчивости наибольших расходов взвешенных наносов рек Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской Республики) // Гидрометеорология и экология, Ежеквартальный научно-технический журнал, №2, Алматы, 2009. С. 91-96.
10. *Мамедов Р.М.* Ландшафтное планирование: сущность и применение (на азерб. языке). Баку, Элм вэ билик, 2016, 292 с.
11. *Марданов И.И.* Выявление основных факторов при изучении трансформаций оползневых массивов юго-восточной оконечности Большого Кавказа // Гидрометеорология и экология, Ежеквартальный научно-технический журнал, № 4, Алматы, 2011. С. 132-143.
12. *Марданов И.И., Юсифова С.Н.* Геосистемный анализ экзогенеза высокогорных ландшафтов азербайджанской части Большого Кавказа // Устойчивое развитие горных территорий, Том 9, №1(31), 2017. С.32-39.

13. *Ширалиев С., Махмудов Р.* Гидрометеорологическая ситуация и опасные гидрометеорологические явления в Азербайджане (на азерб. языке). Баку, Зия-Нурлан, 2008, 339 с.
14. *Эйюбов А.Д., Рагимов Х.* Климатические ресурсы // Региональные географические проблемы Азербайджанской Республики. Шеки-Закатальский экономический район (на азерб. языке). – Баку, «Nafta-Press», 2003. С.58-63.