

Оригинальная статья / Original article
УДК 574.24(470.67)
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-61-77

Группировки пионерной растительности и некоторые подходы к искусственному обрастанию откосов автодорог Предгорного Дагестана

Загирбег М. Асадулаев^{1,2}, Гульнара А. Садыкова¹ , Максим М. Маллалиев¹, Зулфира Р. Рамазанова^{1,3}, Наталья В. Мищенко⁴, Сергей Л. Десинов⁵, Шамиль З. Асадулаев¹

¹Горный ботанический сад Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия

²Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

³Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия

⁴Владимирский государственный университет, Владимир, Россия

⁵Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

Контактное лицо

Гульнара А. Садыкова, кандидат биологических наук, ученый секретарь Горного ботанического сада – обособленного подразделения ДФИЦ РАН; 367000 Россия, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45.
Тел. +79288095458
Email sadykova_gula@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8604-1572>

Формат цитирования

Асадулаев З.М., Садыкова Г.А., Маллалиев М.М., Рамазанова З.Р., Мищенко Н.В., Десинов С.Л., Асадулаев Ш.З. Группировки пионерной растительности и некоторые подходы к искусственному обрастанию откосов автодорог Предгорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 2. С. 61-77. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-61-77

Получена 29 января 2020 г.

Прошла рецензирование 23 марта 2020 г.

Принята 15 апреля 2020 г.

Резюме

Цель. Выявление сукцессионных трендов и биоинженерных подходов к восстановлению растительности на откосах автодорог Предгорного Дагестана.

Материал и методы. Для оценки видового состава и их участия в обрастании придорожных откосов вдоль автотрассы Махачкала-Буйнакск (Предгорный Дагестан, участок «Нарат-тюбинский перевал») на склонах разных экспозиций в зависимости от прохождения дорожного полотна примерно через каждые 500 м с учетом разнообразия материнского грунта, высоты над уровнем моря и окружающей растительности было заложено десять пробных площадей (ПП) по 100 м² с высоты от 256 до 515 м над уровнем моря.

Результаты. В работе представлены результаты изучения первичного обрастания откосов автодорог в условиях Предгорного Дагестана. Приведены данные по природной растительности, геоморфологии, типам почв и материнских пород Нарат-тюбинского хребта с высотными отметками от 200 до 600 м над уровнем моря. Для оценки обрастания откосов заложены десять пробных площадей вдоль автотрассы с охватом всех высотных уровней и микроусловий. Определен спектр семейств с наибольшим числом видов-пионеров и роль типа размножения растений при обрастании откосов с высокой долей вегетативно размножающихся видов в первый год.

Выводы. Выделены древесные виды природной флоры, перспективные для применения биоинженерных методов для управления процессом зарастания растительностью с точки зрения его оптимизации и ускорения. Показаны особенности распространения видов растений в зависимости от микроусловий откосов, от близости природных растительных сообществ, экологических и биологических характеристик видов этих сообществ.

Ключевые слова

Биоинженерный метод, восстановление, грунт, деградированные территории, демултация, растительные сообщества, сукцессия, укрепление.

Pioneer vegetation groupings and some approaches to the artificial overgrowth of highway slopes of piedmont Dagestan, Russia

Zagirbeg M. Asadulaev^{1,2}, Gulnara A. Sadykova¹ , Maxim M. Mallaliev¹, Zulfira R. Ramazanova^{1,3}, Natalia V. Mishchenko⁴, Sergey L. Desinov⁵ and Shamil Z. Asadulaev¹

¹Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

²Dagestan State University, Makhachkala, Russia

³Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia

⁴Vladimir State University, Vladimir, Russia

⁵Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Principal contact

Gulnara A. Sadykova, Candidate of Biology, Scientific Secretary, Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences; 45 M. Gadzhiev St, Makhachkala, 367000 Russia. Tel. +79288095458
Email sadykova_gula@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8604-1572>

How to cite this article

Asadulaev Z.M., Sadykova G.A., Mallaliev M.M., Ramazanova Z.R., Mishchenko N.V., Desinov S.L., Asadulaev Sh.Z. Pioneer vegetation groupings and some approaches to the artificial overgrowth of highway slopes of piedmont Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 2, pp. 61-77. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-2-61-77

Received 29 January 2020

Revised 23 March 2020

Accepted 15 April 2020

Abstract

Aim. Detection of succession trends and bioengineering approaches to the restoration of vegetation on road slopes of piedmont Dagestan in Russia.

Material and Methods. Ten test area plots (100 m² every 500m) at 256-515m altitude and at a range of exposures were established along the Makhachkala-Buinaksk highway (Narat-Tyube Pass section) to assess species composition and their participation in the overgrowth of roadside slopes.

Results. This paper presents the results of studying the primary overgrowth of roadside slopes in the conditions of piedmont Dagestan. Data are presented on the natural vegetation, geomorphology, soil types and parent rocks of the Narat-Tyube ridge. In the first year of observations, a spectrum of families with the largest number of pioneer species and the role of slope consolidation with a high proportion of vegetatively propagating species was determined.

Conclusions. Native woody species showing promise for the application of bioengineering methods for optimization and acceleration of vegetation overgrowth have been identified. Features of overgrowth species distribution in relation to slope microenvironments, proximity of natural plant communities and their ecological and biological characteristics have been shown.

Key Words

Bioengineering method, rehabilitation, soil, degraded territories, demutation, plant communities, succession, strengthening.

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенные воздействия, усиливающиеся с каждым годом на окружающую среду, приводят к снижению биоразнообразия, истощению биологических и почвенных ресурсов, общей деградации территорий. В горных условиях одним из таких негативных факторов является строительство автодорог [1-3]. Вдоль горных автотрасс принято различать выемочные и насыпные откосы. На выемочных откосах осыпание грунта приводит к обвалам, накоплению щебнистых отложений и возникновению во время сильных ливней микроселей с выносом обломков на дороги [4-6].

Масштабность негативного воздействия автодорог на горные склоны зависит от их крутизны, состава пород, количества атмосферных осадков, динамики грунтовых вод и др. [7-9]. Причиной неустойчивости грунтов откосов может быть также снижение их прочностных характеристик за счет несоответствия параметров дорожной выемки геомеханическому состоянию материнской породы [10-12]. Поэтому повсеместно при строительстве горных автодорог предпринимаются шаги к совершенствованию устойчивости системы «склон + земляное полотно», определению условий возможных траекторий нарушения земляных откосов, обоснованию математико-механических моделей расчета их устойчивости [13].

Традиционно работа по стабилизации склонов проводится с применением твердых бетонных покрытий. Однако такие покрытия в последние годы подвергаются критике как визуально навязчивые и затратные. Взамен традиционному подходу укрепление склонов предлагается проводить путем посева трав, посадки кустарников и деревьев, что считается экологически оправданным [14].

Между тем, применение технических конструкций основывается на существующих стандартах безопасности и эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций, геосинтетических материалов, металлических сеток, волоконных матов, пластиковых решеток, рулонных синтетических материалов и т.д. [15; 16]. А в области биоинженерного подхода, т.е. экологического восстановления склонов сопоставимые данные и общие требования отсутствуют.

В последние десятилетия экологи пришли к пониманию того, что для успешного решения проблем деградированных территорий требуется, прежде всего, понимание принципов функционирования экосистем [17]. Повсеместно признается, что назрела необходимость биомониторинга деградированных территорий, управления процессом зарастания растительностью с точки зрения его оптимизации и ускорения, количественной и качественной оценки эффективности применения биоинженерных технологий. Этому вопросу посвящены многочисленные исследования, проведенные в различных условиях по двум направлениям: изучение естественного восстановления деградированных территорий и их восстановление с применением различных технологий.

По первому направлению установлено, что на скорость и качество восстановления растительности на

нарушенных склонах влияет их крутизна, экспозиция [18; 19] и высота над уровнем моря [20], которые изменяют комплексное воздействие климатических факторов, характерных в целом для данной территории [21]. При этом показано, что по мере развития растительности активность эрозионного процесса снижается, видовое богатство и доля многолетних растений увеличивается, почва и питательные вещества накапливаются, рост растений и урожайность повышается. При прочих равных условиях, увеличение крутизны склона все эти процессы ослабевает [22]

Большое внимание в последние десятилетия уделяется второму направлению – восстановлению нарушенных территорий, особенно откосов горных автодорог, с применением различных технологий. География этих исследований обширна: Азия, Америка, Африка, Европа.

Прежде всего, для этих целей применяется искусственное облесение с посадкой интродуцированных [23] или нативных [24-27] видов. Для биологической и технической стабилизации оползневоопасных грунтов разработаны различные конструкции из разлагающихся материалов [28], применяются мульчирующие смеси [29] с гидропосевом семян [30] и сооружения для защиты деревьев во время проведения дорожных работ [31].

В указанных источниках важнейшим методом защиты автомобильных дорог от оползней, наряду с улучшением водоотвода, строительством сооружений, признано закрепление склонов путем высева трав и посадки деревьев и кустарников. Наибольший эффект получен при посадке деревьев и кустарников, корни которых обладают большой прочностью, долговечностью и скрепляют грунты на значительную глубину [32]. Общим для этих работ является то, что на основе изучения экологии видов сделана попытка выявить признаки, отражающие их устойчивость к эрозионному стрессу и новым условиям произрастания, как основа для выявления адаптированных видов с конкурентно-рудеральной стратегией [17].

Учитывая важность подобных исследований для горных территорий, Лаборатория интродукции и генетических ресурсов Горного ботанического сада с 2009 года проводит изучение растительности деградированных территорий Горного Дагестана. В 2018 и 2019 годах в рамках выполнения проекта программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» по теме: «Ресурсный потенциал наземных и водных экосистем и особенности формирования биологического разнообразия Восточно-Кавказского экорегiona (Республики Дагестан)» изучены особенности восстановления растительности на откосах Нарат-тубинского участка автодороги Махачкала-Буйнакск Предгорного Дагестана и перспективность нативных и интродуцированных видов растений для их укрепления путем посева семян в зависимости от экспозиции склонов, высоты над уровнем моря и механического состава грунта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нарат-тюбинский хребет, место проведения наших исследований, относится к нижней части Предгорного Дагестана с высотными отметками от 200 до 600 м над уровнем моря [33]. Максимальная высота хребта составляет 764 м над уровнем моря.

Климат здесь аридный (350-450 мм в год), основная часть осадков (до 80%) выпадает в осенне-зимний период [34]. Средняя температура января составляет $-2,5^{\circ}\text{C}$, минимальная температура холодного периода (очень редко) $-27-30^{\circ}\text{C}$. В тоже время в декабре и январе температура может повысится до $+26^{\circ}\text{C}$. Средняя летняя температура составляет $20-21^{\circ}\text{C}$. Максимальная летняя температура $+42^{\circ}\text{C}$ [35]. Важными факторами, снижающими негативное воздействие резких перепадов температур, является облачность и влажность от близости Каспийского моря. Преобладают ветры юго-восточного и северо-западного направлений в теплое и холодное полугодие соответственно.

Юго-западные склоны хребта отличаются от северо-восточных, где происходят активные процессы разрушения. Вследствие этого весь южный склон покрыт широкими котловинами, разделёнными гребнями второго порядка перпендикулярными главной гребневой линии. Северо-восточные склоны более крутые.

Поверхностные породы, в силу геоморфологического строения, представлены в основном чередованием глин, песчаников и сланцев, чаще встречаются участки, состоящие из супесчаного и чисто песчаного грунта [35].

Почвы сильно скелетные, слабо развитые – мощность 10-20 см. Главной их отличительной особенностью является контакт сухих степей с лесами, и, соответственно, темно-каштановых, а нередко и светло-каштановых почв с бурыми горно-лесными и коричневыми почвами [36]. В понижениях рельефа и на пологих участках часто встречаются солончаковость и

солонцеватость. На склонах южной экспозиции хребта, к которой примыкает предгорная солончаковая долина Кар-Кар, это выражено сильнее. Мощность гумусового слоя темно-каштановых почв, распространенных по пологим склонам и вершинам хребтов, достигает 40-60 см, а содержание гумуса от 4 до 5%. Формируются они под злаково-разнотравной растительностью на делювиальных отложениях различного механического состава [37; 38].

На Нарат-тюбинском хребте от основания северного склона (100 м над ур. м.) до его вершины (около 700 м над ур. м.) выделяют следующие постепенно сменяющие друг друга типы растительности: степная растительность с преобладанием многолетних ксерофитных дерновинных злаков (*Festuca* и *Stipa*); растительность скал и осыпей, занимающая выходы песчаников; сосновые и сосново-можжевеловые редколесья (*Pinus kochiana* и *Juniperus oblonga*); кустарниковая растительность с шибляковыми зарослями; лесная растительность из *Quercus petraea*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*; и луговая растительность, представленная послелесными лугами [35].

В 2018 году службой Дагавтодора проведена полная реконструкция участка «Нарат-тюбинский перевал» автотрассы Махачкала-Буйнакск. В ходе дорожных работ обновлены все выемочные и насыпные откосы, которые стали ареной первичных сукцессионных процессов и объектами наших исследований. В июле 2018 года, после завершения дорожных работ, вдоль всего участка нами заложены десять пробных площадей (ПП) по 100 м^2 (рис. 1). Высотные отметки изучаемых откосов колеблются от 256 до 515 м над уровнем моря. Крутизна склонов откосов составляет $40-50^{\circ}$. Первое описание ПП проведено в конце августа 2018 г. Нумерация ПП начинается от основания южного склона со стороны Буйнакска. Каждая ПП расположена в точке максимальной высоты изучаемого откоса.

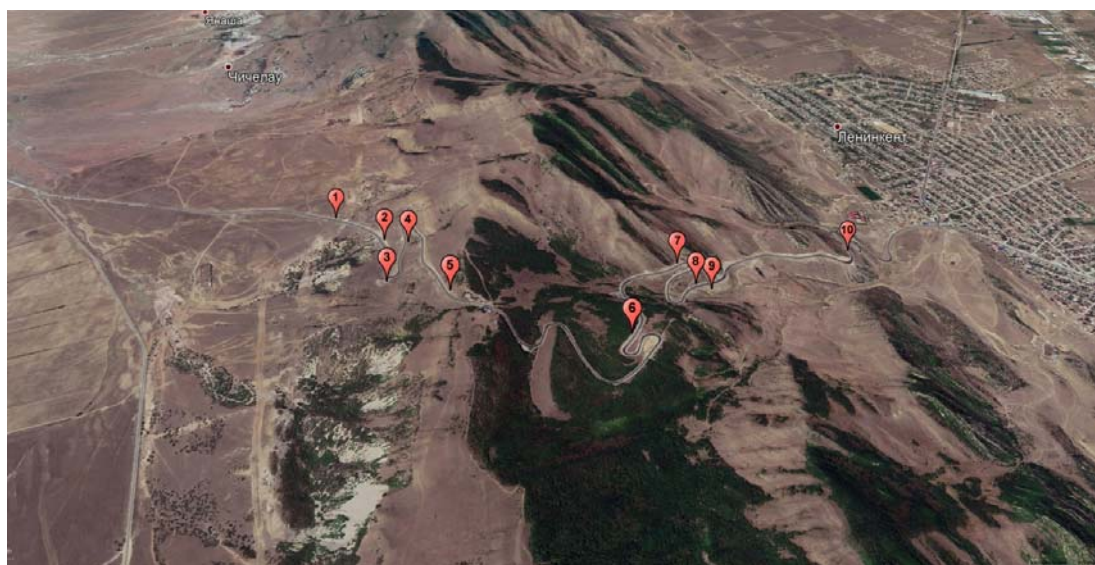


Рисунок 1. Размещение пробных площадей на откосах автодороги «Нарат-тюбинский перевал»

Figure 1. Placement of test areas on the slopes of the Narat-Tyube Pass road

Для оценки видового состава и их участия в обрастании откосов, ПП заложены на склонах разных экспозиций и высоты над уровнем моря, с различным материнским грунтом, и с учетом окружающей растительности

примерно через каждые 500 м вдоль дорожного полотна. Общая протяженность участка автотрассы – 5 км, из которых 2,5 км проходят по южному и 2,5 км по северному склонам (табл. 1).

Таблица 1. Некоторые характеристики реперных пунктов закладки ПП на откосах автодороги Махачкала-Буйнакск (участок «Нарат-тубинский перевал»)

Table 1. Some characteristics of reference points for laying test plots on the slopes of the Makhachkala-Buinaksk highway (section Narat-Tyube Pass section)

| № | Экспозиция Exposure | | Крутизна откосов, ⁰ Slope steepness, ⁰ | Субстрат Substrate | Проективное покрытие, % Density, % | Высота над ур. моря, м Altitude above sea level, m | Координаты ПП Test plots coordinates |
|----|----------------------------------|-------------------|---|---|--|--|---|
| | Макро склонов Macro slopes | Откосов Slopes | | | | | |
| 1 | | Ю / S | 40 | Глина Clay | 0 | 388 | N 42°56'11.79" E 47°20'37.77" |
| 2 | | Ю / S | 40 | Сланец Slate | 0 | 418 | N 42°56'13.53" E 47°20'55.05" |
| 3 | Юг South | Ю / S | 45 | Гл. сланец Shale | 1,7 | 432 | N 42°56'07.67" E 47°21'09.36" |
| 4 | | Ю / S | 50 | Гл. сланец Shale | 15 | 451 | N 42°56'15.03" E 47°21'00.80" |
| 5 | | Ю / S | 40 | Глина Clay | 10 | 515 | N 42°56'11.03" E 47°21'24.92" |
| 6 | | В / E | 45 | Супесь с песчаником Sandstone loam | 2,1 | 480 | N 42°56'18.95" E 47°21'47.93" |
| 7 | | В / E | 45 | Глинистый сланец Shale | 0 | 387 | N 42°56'46.31" E 47°21'40.94" |
| 8 | Север North | В / E | 40 | Суглинок Clay loam | 2 | 312 | N 42°56'57.23" E 47°21'45.10" |
| 9 | | В / E | 45 | Суглинок Clay loam | 2,5 | 297 | N 42°56'58.25" E 47°21'47.23" |
| 10 | | СВ / NE | 40 | Песчани-ково- сланцевая глина Sandstone-shale clay | 1,5 | 256 | N 42°57'15.07" E 47°21'57.08" |

Всего за 2019 год совершено 4 выезда. Геоботанические описания проведены в апреле и октябре и связаны с периодами максимального сезонного разнообразия растений на конкретном участке. Семена заготовлены в октябре у 27 древесно-кустарниковых видов-ксерофитов Предгорного и Внутреннегорного Дагестана (табл. 2). Подготовленные семена высеяны на откосе вблизи ПП №7. Грунт этого

откоса глинистый, экспозиция северо-восточная, крутизна 35°. Всего высеяно 1500 семян. На участках по 2 м² произведен также посев смеси семян трав овсяницы тростниковой, овсяницы красной, мятлика лугового, райграсса многолетнего, райграсса итальянского двумя способами: 1) разбрасывание сухих семян и 2) разбрасывание семян обработанных клейстером.

Таблица 2. Места произрастания и способы подготовки семян видов, рекомендованных для закрепления откосов автодороги «Нарат-тубинский перевал» методом биоинженерии (посеяно по 50-60 семян 29.10.2019 г.)

Table 2. Growing locations and methods for preparing seeds of species recommended for consolidating slopes of the Narat-Tyube Pass road using bioengineering (50-60 seeds were sown on 10.29.2019)

| Место заготовки семян Seed harvesting location | | Виды Types | Способ предварительной подготовки семян Method of preliminary preparation of seeds |
|---|---------------------------|--|---|
| Район District | Окр. села Neighborhood | | |
| Карабухкентский Karabukhkentskiy | Губден Gubden | <i>Artemisia salsoloides</i> Willd. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Artemisia absinthium</i> L. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Carpinus caucasica</i> Grossh. | стратификация / stratification |
| | | <i>Celtis glabrata</i> Stev ex Pianch. | стратификация / stratification |
| | | <i>Cornus mas</i> L. | стратификация / stratification |
| | | <i>Cotinus coggygria</i> Scop. <i>Juniperus polycarpus</i> Takht. | стратификация / stratification |

| | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | <i>Lonicera iberica</i> Bieb. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Mespilus germanica</i> L. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Paliurus spina-christi</i> Mill. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Pyrus salicifolia</i> Pall. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. et Mey. | без стратификации / without stratification |
| | | <i>Rhamnus cathartica</i> L. | стратификация / stratification |
| | | <i>Quercus petraea</i> subsp. <i>iberica</i> Krassilin. | стратификация / stratification |
| | | <i>Quercus petraea</i> subsp. <i>medwediewii</i> Menits. | стратификация / stratification |
| Левашинский Levashinskiy | Урма Urma | <i>Cotoneaster meyeri</i> Pojark. | стратификация / stratification |
| | | <i>Cotoneaster racemiflorus</i> (Desf.) Booth ex Bosse | стратификация / stratification |
| | | <i>Prunus caspica</i> Kov. et Ekim. | стратификация / stratification |
| | Цудахар Tsudakhar | <i>Berberis vulgaris</i> L. | стратификация / stratification |
| | | <i>Juniperus oblonga</i> Bieb. | стратификация / stratification |
| | | <i>Rosa spinosissima</i> L. | стратификация / stratification |
| Буртанимахи Burtanimakhi | <i>Rosa canina</i> L. | стратификация / stratification | |
| | <i>Colutea orientalis</i> Mill. | скарификация / scarification | |
| | Леваши Levashi | <i>Reaumuria alternifolia</i> Britten | без стратификации / without stratification |
| Махачкала Makhachkala | Ленинкент Leninkent | <i>Alhagi pseudoalhagi</i> (Bieb.) Desv. | скарификация / scarification |
| Буйнакский Buynakskiy | Эрпели Erpeli | <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. | стратификация / stratification |
| Табасаранский Tabasaranskiy | Дюбек Duybek | <i>Prunus spinosa</i> L. | стратификация / stratification |

Примечание: окр. – окрестности, с. – село

Note: окр. – neighborhood, с. – village

Большинство из представленных в табл. 2. видов (кроме *Reaumuria alternifolia*, *Artemisia salsoloides*) произрастают и в сообществах окрестностей изучаемых откосов. Однако семена этих видов для посева собраны осенью 2019 года и в других местах их произрастания по Предгорному и Внутреннегорному Дагестану, где наблюдалось плодоношение. Преимущество выбранных видов, помимо устойчивости к засушливым условиям изучаемого хребта, состоит еще в том, что они декоративны в период цветения (*Reaumuria alternifolia*, *Rosa canina*, *Paliurus spina-christi*, *Berberis vulgaris*), плодоношения (*Colutea orientalis*, *Berberis vulgaris*, *Crataegus monogyna*) или в облиственном состоянии (*Cotinus coggygria*, *Reaumuria alternifolia*, *Pyrus salicifolia*), что имеет немаловажное значение при «озеленении» откосов автодорог.

При изучении откосов руководствовались основными положениями, изложенными в работах «Современная наука о растительности» [39], «Описание фитоценоза: Методические рекомендации» [40], «Методы изучения лесных систем» [41].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический спектр флоры обрастания откосов

В конце августа 2018 г., через два месяца после завершения земляных работ, на десяти ПП вдоль

откосов автодороги «Нарат-тюбинский перевал» выявлено 17 видов цветковых растений из 9 семейств. Семейство Роасеае представлено четырьмя видами (*Cynodon dactylon*, *Phragmites australis*, *Poa bulbosa* и *Setaria sp.*), Amaranthaceae тремя видами (*Amaranthus sp.*, *Atriplex sp.*, *Chenopodium album*) Asteraceae двумя видами (*Cirsium echinus*, *Xanthium strumarium*) и шесть семейств (Apiaceae, Аросунасеае Саррагасеае, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Ulmaceae) имеют по одному виду (*Falcaria vulgaris*, *Cynanchum acutum*, *Capparis herbacea*, *Ecballium elaterium*, *Euphorbia sp.*, *Ulmus parvifolia* соответственно). Два вида в розеточном состоянии не идентифицированы. Многовидовые роды, виды лишайников, мхов, папоротников отсутствуют.

В 2019 году число видов растений на ПП увеличилось до 72, которые относятся к 60 родам и 24 семействам (табл. 3). По видовому богатству семейства ранжированы в следующем порядке: Asteraceae – 14 видов, Роасеае – 12, Fabaceae – 9, Brassicaceae – 6, Caryophyllaceae – 5, Boraginaceae – 3 вида, пять семейств (Apiaceae, Lamiaceae, Malvaceae Papaveraceae, Plantaginaceae) имеют по 2 вида, и 13 семейств (Alliaceae, Amaranthaceae, Аросунасеае, Саррагасеае, Geraniaceae, Euphorbiaceae, Resedaceae, Rubiaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Valerianaceae,

Violaceae) по одному виду. Перечисленные выше первые три семейства – Asteraceae, Poaceae и Fabaceae включают около 50% от всего видового богатства. Такой порядок лидирующих семейств сосудистых растений

(Asteraceae, Poaceae и Fabaceae) приводится и в работах, посвященных изучению флоры обрастания в географически удаленных территориях – Нижний Новгород и Кашмир [42; 43].

Таблица 3. Таксономический спектр флоры обрастания откосов автодороги «Нарат-тюбинский перевал» за 2019 год
Table 3. Taxonomic spectrum of floras growing on slopes of the Narat-Tyube Pass road for 2019

| Семейства Family | Виды Types | Семейства Family | Виды Types | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| Asteraceae | <i>Anthemis ruthenica</i> | Brassicaceae | <i>Alyssum desertorum</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Artemisia taurica</i> | | <i>Cardaria draba</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Artemisia absinthium</i> | | <i>Clypeola jonthlaspi</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Carduus hamulosus</i> | | <i>Diplotaxis muralis</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Carduus seminudus</i> | | <i>Rapistrum rugosum</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Carthamus lanatus</i> | | <i>Sisymbrium loeselii</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Crepis pulchra</i> | | Caryophyllaceae | <i>Cerastium glutinosum</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Lactuca serriola</i> | | | <i>Cerastium anomalum</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Senecio vernalis</i> | | | <i>Dianthus caucaseus</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Sonchus arvensis</i> | | | <i>Melandrium album</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Silybum marianum</i> | | | <i>Silene chloropetala</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Tragopogon graminifolius</i> | | | Boraginaceae | <i>Myosotis micrantha</i> | | | | | | | | | |
| | <i>Xanthium strumarium</i> | | | | <i>Symphytum caucasicum</i> | | | | | | | | | |
| <i>Xeranthemum annuum</i> | <i>Nonea rosea</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Agropyron pectinatum</i> | Apiaceae | <i>Zosimia absinthifolia</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anizantha tectorum</i> | | <i>Falcaria vulgaris</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Avena fatua</i> | | Lamiaceae | | | <i>Ajuga orientalis</i> | | | | | | | | | |
| <i>Bromus briziformis</i> | | | | | <i>Lamium purpureum</i> | | | | | | | | | |
| <i>Bromus mollis</i> | | | | | Papaveraceae | <i>Papaver ocellatum</i> | | | | | | | | |
| <i>Bromus scoparius</i> | | | <i>Roemeria hybrida</i> | | | | | | | | | | | |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | | | Plantaginaceae | | | <i>Linaria genistifolia</i> | | | | | | | | |
| <i>Cynodon dactylon</i> | | | | | | <i>Plantago lanceolata</i> | | | | | | | | |
| <i>Lolium perenne</i> | | | | | | Malvaceae | <i>Alcea rugosa</i> | | | | | | | |
| <i>Phragmites australis</i> | | | | | | | <i>Malvalthaea transcaucasica</i> | | | | | | | |
| <i>Poa bulbosa</i> | | | | Alliaceae | | | <i>Allium fuscoviolaceum</i> | | | | | | | |
| <i>Poa sp.</i> | | | | | | | Amaranthaceae | <i>Chenopodium album</i> | | | | | | |
| <i>Lathyrus sphaericus</i> | | | | | | | | Apocynaceae | <i>Cynanchum acutum</i> | | | | | |
| <i>Medicago minima</i> | Capparaceae | | | | | | | | <i>Capparis herbacea</i> | | | | | |
| <i>Medicago falcata</i> | | | | | | | | | Euphorbiaceae | <i>Euphorbia virgata</i> | | | | |
| <i>Trifolium arvense</i> | | Geraniaceae | | | | | | | | <i>Erodium cicutarium</i> | | | | |
| <i>Trifolium pratense</i> | | | | | | | | | | Resedaceae | <i>Reseda lutea</i> | | | |
| Fabaceae | | | | | <i>Vicia hirsuta</i> | | | | | | Rosaceae | <i>Poterium polygamum</i> | | |
| | | | | | | | | | | | | Rubiaceae | <i>Galium aparine</i> | |
| | | | Scrophulariaceae | | | | | | | | | | <i>Veronica polita</i> | |
| | | | | | | | | | | | | | Solanaceae | <i>Hyoscyamus niger</i> |
| | | | | | | Valerianaceae | | | | | | | | <i>Valerianella coronata</i> |
| | | | | | | | | | | | | | | Violaceae |

Семейств 24, родов 60, видов 72 / Families 24, genus 60, species 72

В 2019 году на откосах появились многовидовые роды: *Vicia* – 4 вида, *Bromus* – 3 вида, шесть родов (*Artemisia*, *Carduus*, *Poa*, *Medicago*, *Trifolium*, *Cerastium*) по 2 вида. Понятно, что с годами число пионерных видов-рудералов будет снижаться, доля многолетников из природной флоры, соответствующих климатическим особенностям ближайших склонов, будет увеличиваться, соответствуя определенным этапам сукцессионного процесса обрастания откосов автодорог.

Особенности распространения видов растений на откосах в зависимости от их параметров

Из 17-ти видов, выявленных в 2018 году, только один вид – *Cynanchum acutum* встречается на трех ПП, *Capparis herbacea*, *Setaria sp.*, *Poa bulbosa* – на двух, остальные 13 видов только на одной из пробных площадей. В первый год обрастания доля видов способных к вегетативному размножению составила в 20,4% (5 видов из 17), размножающихся семенами – 70,6% (табл. 4). Относительно высокая доля вегетативно размножающихся видов (*Cynanchum acutum*, *Phragmites australis*, *Capparis herbacea*, *Cynodon dactylon*, *Ulmus parvifolia*) в первый же год зарастания откосов автодороги мы связываем с сохранением после завершения земляных работ в более глубоких слоях грунта их корневищ и других вегетативных

зачатков (корней, клубней и др.). Через год (в 2019 г.) первая группа увеличилась всего на один вид – появился корнеотпрысковый многолетник *Sónchus arvénsis*. При значительном увеличении неповторяющихся на ПП видов (81 вид), доля вегетативно размножающихся снизилась до 7,4% (6 видов).

В 2018 году проективное покрытие видов на откосах южного макросклона было выше, чем на откосах северного макросклона – 27,3 и 7,2% соответственно. Такая картина сложилась, прежде всего, за счет приведенных выше многолетних, вегетативно размножающихся видов, произрастающих на южном склоне и до проведения ремонтных работ.

Таблица 4. Показатели обрастания откосов автодороги «Нарат-тюбинский перевал» за 2018 г. (%)

Table 4. Indicators of overgrowth of slopes of the Narat-Tyube Pass road for 2018 (%)

| Виды, 2018 год Species, 2018 | Нумерация площадок по склонам Numbering of test areas on slopes | | | | | | | | | | Покры- тие, % Density, % |
|---------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | Южный макросклон Southern macroslope | | | | | Северный макросклон Northern macroslope | | | | | |
| | Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | В E | В E | В E | В E | С N | |
| | Глина Clay | Сланец Slate | Гли- нистый сланец Shale | Гли- нистый сланец Shale | Глина Clay | Супесь с песчани- ком Sandstone loam | Глинис- тый сланец Shale | Суглинок Clay loam | Суглинок Clay loam | Песчани- ково-слан- цевая глина Sandstone- shale clay | |
| <i>Cynanchum acutum</i> | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| <i>Capparis herbacea</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Setaria sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,2 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,2 |
| <i>Amaranthus sp.</i> | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| <i>Atriplex sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Cirsium echinus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| <i>Ecballium elaterium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Euphorbia sp.</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Falcaria vulgaris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 |
| <i>Phragmites australis</i> | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| <i>Xanthium strumarium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 |
| <i>Ulmus parvifolia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Розеточное раст. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| Розеточное раст. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |

В 2018 году на откосах южного склона неповторяющихся видов также было больше, чем на северном склоне (10 и 7 соответственно). В 2019 году картина изменилась кардинально. На северном макросклоне суммарное проективное покрытие видов увеличилось до 57,4%. Изменилось значительно и соотношение числа видов: на южном склоне их стало больше в три раза (29 видов), на северном – 8,6 раз (60 видов), что в два раза превышает видовое богатство откосов южного склона.

Виды *Amaranthus sp.*, *Atriplex sp.*, *Setaria sp.*, *Ulmus parvifolia*, из выявленных в 2018 г. на ПП в 2019 году не обнаружены, хотя эти виды являются активными сегеталями и на полях хозяйств у подножия хребта Нарат-тюбе, особенно в посадках овощных и пропашных культур, произрастают массово. Их исчезновение может быть объяснено низким содержанием элементов минерального питания в грунтах откосов.

В 2019 году общее число видов на всех ПП увеличилось в 4,7 раз (с 17 до 81), с учетом повторяющихся видов это соотношение еще выше (6,6 раз – с 22 до 147) (табл. 5; рис. 1).

Без изменения, с нулевым числом видов, остались две ПП (третья и седьмая). Экспозиция склонов, на которых расположены эти площадки (южная в первом случае и северная во втором) в данном случае на их обрастание влияние не оказала. Отсутствие видов на этих ПП мы связываем с подвижностью грунта из сыпучего сланца. Сланец, постоянно смещаясь вниз к обочине дороги, видимо, препятствует закреплению корневой системы проростков семян растений близлежащих растительных сообществ, которые попадают сюда, как и на все другие откосы из флоры окрестностей.

Кроме представленных в табл. 4 на ПП обнаружены еще 48 видов. Из последних 15 видов встречаются только на двух ПП: *Alcea rugose*, *Allium fuscoviolaceum*, *Capparis herbacea*, *Cerastium glutinosum*, *Hyoscyamus niger*, *Lamium purpureum*, *Malvalthaea ranscaucasica*, *Medicago minima*, *Melandrium album*, *Silybum marianum*, *Vicia perengina*, *Xanthium strumarium*, *Zosimia absinthifolia*, *Euphorbia virgata*, *Carthamus lanatus*. Единично обнаружены еще 33 вида: *Agropyron pectinatum*, *Ajuga orientalis*, *Anthemis ruthenica*, *Artemisia absinthium*, *Avena fatua*, *Bromus mollis*, *Bromus scoparius*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cardaria draba*,

Cerastium anomalum, *Clypeola jonthlasi*, *Cynodon dactylon*, *Dianthus caucaseus*, *Diploaxis muralis*, *Galium aparine*, *Lathyrus sphaericus*, *Linaria genistifolia*, *Medicago falcate*, *Nonea rosea*, *Phragmites australis*, *Plantago lanceolata*, *Poterium polygamum*, *Poa* sp.,

Reseda lutea, *Roemeria hybrida*, *Silene chloropetala*, *Sisymbrium loeselii*, *Trifolium arvense*, *Trifolium pratense*, *Valerianella coronata*, *Veronica polita*, *Viola somchetica*, *Vicia hirsuta*, *Vicia narbonensis*, *Vicia pilosa*.

Таблица 5. Показатели обрастания откосов автодороги «Нарат-Тюбинский перевал» в 2019 г.

Table 5. Indicators of overgrowth of slopes of the Narat-Tyube Pass road for 2019

| Виды, 2019 год Species 2019 | Нумерация площадок по склонам Numbering of test areas on slopes | | | | | | | | | | Покрываемость, % Density, % | Встречаемость, % Occurrence, % |
|---------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|---------------|---|--|-----------------------|-----------------------|---|--------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| | Макросклон южный Southern macroslope | | | | | Макросклон северный Northern macroslope | | | | | | |
| | Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | В E | В E | В E | В E | С N | | |
| Материнская порода / Bedrock | | | | | | | | | | | | |
| Глина Clay | Сланец Slate | Глинистый сланец Shale | Глинистый сланец Shale | Глина Clay | Супесь с песчаном Sandstone loam | Глинистый сланец Shale | Суглинок Clay loam | Суглинок Clay loam | Песчаниково-сланцевая глина Sandstone-shale clay | | | |
| <i>Lolium perenne</i> | 0,3 | 0 | 0,2 | 0,1 | 1,2 | 0 | 0 | 0,1 | 4 | 0,1 | 6,0 | 70 |
| <i>Erodium cicutarium</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 1 | 0 | 0 | 0,2 | 0,1 | 5 | 6,7 | 60 |
| <i>Rapistrum rugosum</i> | 0 | 0 | 3 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 1,3 | 9 | 0,5 | 13,9 | 50 |
| <i>Symphytum caucasicum</i> | 0 | 0 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 1 | 2,6 | 50 |
| <i>Alyssum desertorum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 1 | 1 | 2,2 | 40 |
| <i>Anisantha tectorum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0,5 | 1,5 | 2,2 | 40 |
| <i>Senecio vernalis</i> | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 1 | 1,3 | 40 |
| <i>Sonchus arvensis</i> | 0,1 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 40 |
| <i>Tragopogon graminifolius</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,4 | 40 |
| <i>Artemisia taurica</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0,3 | 30 |
| <i>Bromus briziformis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 1 | 0,2 | 0,3 | 30 |
| <i>Carduus hamulosus</i> | 0 | 0 | 0,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0,8 | 30 |
| <i>Carduus seminudus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4,5 | 0,1 | 5,6 | 30 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,4 | 30 |
| <i>Crepis pulchra</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 0 | 0,1 | 0 | 0,4 | 1,2 | 30 |
| <i>Cynanchum acutum</i> | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,3 | 30 |
| <i>Falcaria vulgaris</i> | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 4 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 6,2 | 30 |
| <i>Lactuca serriola</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,7 | 30 |
| <i>Myosotis micrantha</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0,3 | 1,5 | 2,1 | 30 |
| <i>Papaver ocellatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,1 | 1,5 | 1,9 | 30 |
| <i>Poa bulbosa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 2 | 0,2 | 30 |
| <i>Xeranthemum annuum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 30 |

В целом на площадках, расположенных на северном макросклоне, число видов больше, чем на южном макросклоне, особенно на ПП 8, 9, 10 с глинистым грунтом (24, 29 и 30 видов соответственно) (рис. 2).

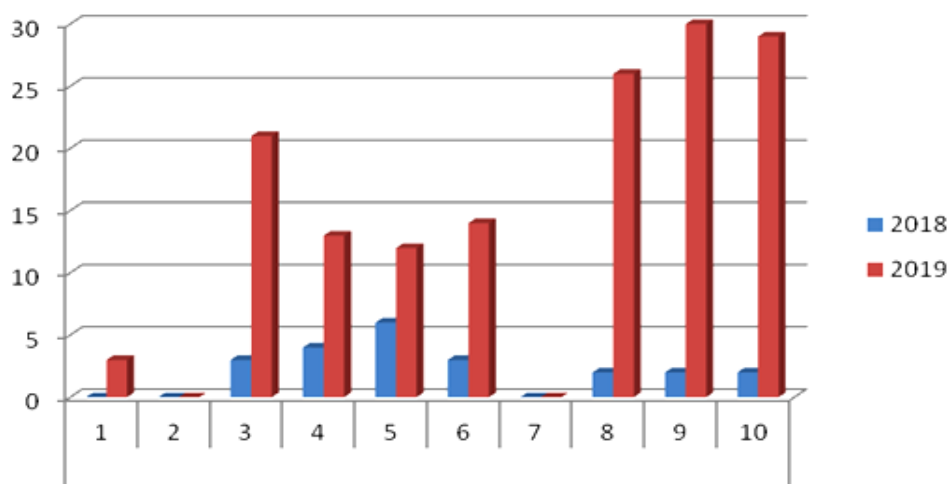
За один год обрастания особенно сильно (в 7,5 раз) возросло число неповторяющихся на разных ПП однолетних видов (с 7 до 53), число повторяющихся видов увеличилось в 6,3 раз (с 3 до 19) (табл. 6). Высокая доля однолетних видов указывает на

начальную стадию сукцессии с преобладанием видов эксплерентов. Доля многолетников от общего числа неповторяющихся на ПП видов составила 34,6%, а однолетних – 65,4%.

За два года число видов с высокими показателями участия в обрастании откосов, как по общему проективному покрытию, так и по встречаемости оказалось небольшим. Таких видов с суммарным покрытием от 6 до 13,9% и встречаемостью

выше 50% выделено нами три: *Lolium perenne*, *Erodium cicutarium*, *Rapistrum rugosum* (встречаемость на семи, шести и пяти ПП соответственно). Вид *Symphytum caucasicum* при относительно высокой встречаемости имеет очень низкое общее покрытие – 2,6%. Наибольшее проективное покрытие имеют растения *Rapistrum rugosum*, что соответствует и типу его адаптивной стратегии как эксплорента. Из указанных видов наиболее перспективным для искусственного обростания изученных откосов на основе

биоинженерного подхода представляется вид *Lolium perenne*. Прежде всего, это многолетнее растение с широким ареалом и большим разнообразием условий произрастания. Два других вида (*Erodium cicutarium*, *Rapistrum rugosum*) являются однолетниками и применение их для целей биоинженерии нецелесообразно, так как требуется ежегодный пересев.



Количество видов на площадках, шт.
Number of species in test plots, individual

Рисунок 2. Изменение флористического богатства за 2019 г. на выемочных и насыпных откосах автодороги «Нарат-Тюбинский перевал» Предгорного Дагестана

Figure 2. Changes in floristic diversity and abundance in 2019 at the excavated and in-filled slopes of the Narat-Tyubinsky Pass road in piedmont Dagestan

Таблица 6. Некоторые обобщенные показатели обростания откосов автодороги «Нарат-тубинский перевал» за 2018-2019 гг.

Table 6. Some generalized indicators of overgrowth on slopes of the Narat-Tyube Pass road for 2018-2019

| Показатели Indicators | Нумерация площадок по склонам Numbering of test areas on the slopes | | | | | | | | | | Сумма видов на площадках Sum of species in test areas | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|---|------|--|----------------------------------|----------------------------|
| | Южный макросклон Southern macroslope | | | | | Северный макросклон Northern macroslope | | | | | Всего In all | Неповторяющихся Non-repeating | Повторяющихся Repeating |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| Микросклоны / Microslope | | | | | | | | | | | Всего In all | Неповторяющихся Non-repeating | Повторяющихся Repeating |
| Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | Ю S | В E | В E | В E | В E | С N | | | | |
| Материнская порода / Bedrock | | | | | | | | | | | Всего In all | Неповторяющихся Non-repeating | Повторяющихся Repeating |
| Глина Clay | Сланец Slate | Глинистый сланец Shale | Глинистый сланец Shale | Глина Clay | Супесь с песчаником Sandstone loam | Глинистый сланец Shale | Суглинок Clay loam | Суглинок Clay loam | Песчаниково-сланцевая глина Sandstone-shale clay | | | | |
| Видов на ПП 2019 г. Species on trial area 2019 | 3 | 0 | 22 | 13 | 12 | 14 | 0 | 24 | 30 | 29 | 147 | 81 | 66 |
| Доля от общего числа, % Share of the total number, % | 2,1 | 0 | 14,9 | 8,8 | 8,2 | 9,5 | 0 | 16,3 | 20,4 | 19,7 | 100 | 55,1 | 44,9 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-----------------------------------|------|---|------|---|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Многолетники Perennials | 2 | 0 | 10 | 7 | 7 | 6 | 0 | 6 | 7 | 11 | 56 | 28 | 28 |
| Двулетники Biennials | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 17 | 6 | 9 |
| Однолетники Annuals | 1 | 0 | 10 | 4 | 4 | 5 | 0 | 17 | 16 | 15 | 72 | 53 | 19 |
| Видов на ПП 2018 г. Species on trial area 2018 | 0 | 0 | 3 | 4 | 6 | 3 | 0 | 2 | 2 | 2 | 22 | 17 | 5 |
| Доля от общего числа, % Share of the total number, % | 0 | 0 | 13,6 | 18,1 | 27,2 | 13,6 | 0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 100 | 77,2 | 22,7 |
| Многолетники Perennials | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 9 | 7 | 2 |
| Двулетники Biennials | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 |
| Однолетники Annuals | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 10 | 7 | 3 |
| Коэффициент Жаккара Jaccard coefficient (Kq) | 0,22 – по макросклонам (Ю, С) | | 0,12 – по годам 0,12 – by year | | 0,16 – по годам откосы южного склона 0,16 – by years of slopes of southern macroslope | | 0,08 – по годам откосы северного склона 0,08 – by years of slopes of northern macroslope | | | | | | |

Значительное увеличение числа видов на пробных площадях в первый же год после завершения дорожных работ мы связываем с богатством флоры и растительности склонов изученного хребта, высокой семенной продуктивностью этой флоры, жизнеспособностью семян, устойчивостью проростков к колебанию влажности и температуры в летний и зимний периоды. Важное значение имеет и способность видов произрастать на грунте с низким содержанием элементов минерального питания, и, наконец, с наличием постоянных ветров, обеспечивающих рассеивание семян [44].

Группировка пробных площадей по сходству их видового состава

В целом по флористическому составу (по данным за два года) сходство между изученными ПП низкое. Между ПП, заложенным на откосах северного макросклона, по годам сходство (коэффициент Жаккара – Kq 0,08) оказалось самым низким. Это связано с почти полным изменением видового состава за один год, что подтверждает и сравнение ПП по годам на всех откосах – Kq 0,12. При этом сходство между откосами южного макросклона выше (Kq 0,16), чем между откосами северного макросклона. Последнее можно объяснить общей скудностью флоры на откосах южной экспозиции из-за засушливости условий произрастания и менее значительными изменениями во флоре обрастания за один год. Между видовым составом ПП макросклонов сходство выше – Kq 0,22, в связи с общими тенденциями восстановительного процесса в пределах одного хребта Предгорного Дагестана, хотя и не такими явными.

Для выделения близких по показателям описания пробных площадей проведен также кластерный анализ методом невзвешенного попарного среднего UPGMA (рис. 3). В этом методе расстояние между двумя различными кластерами вычисляется как

среднее расстояние (сходство) между всеми парами объектов.

В 2018 году наиболее близкими оказались первая, вторая (южный склон) и седьмая – (северный склон) ПП, что и определило формирование ими единого кластера первого уровня. На этих трех ПП растения обнаружены не были. Отсутствие видов при этом не зависело от состава грунта: два из этих ПП (2-й и 7-й) имеют сланцевый грунт, а ПП под первым номером – глинистый. На последней ПП в 2019 году обнаружены три вида (*Lolium perenne*, *Sonchus arvensis*, *Xanthium strumarium*) и это площадка, хоть и сохранилась в группе со второй и седьмой ПП, но отделилась на более высоком уровне (втором) уровне кластеризации. В 2018 году ПП объединены на восьми уровнях. Это говорит о различиях в обрастании и отсутствии определенной закономерности этого процесса в зависимости от экспозиции или от типа субстрата. В 2019 году группировка откосов автодорог изменилась. При этом число уровней объединения возросло до девяти. Увеличилась и максимальная дистанция объединения всех ПП в полный кластер (в два раза). Изменились и показатели объединения кластерных групп.

Обособленность флор третьей и шестой пробных площадей, заложенных на насыпных откосах, и в 2018 и, в 2019 годах, от флор других ПП определяется типом субстрата откосов

Наиболее отдалены от остальных описаний, но объединены в одну группу девятая и десятая ПП. Это объясняется и пространственной их близостью в нижней части северного макросклона, сходством типа растительности (олуговельные степи) и грунта с примесью глины. В целом просматривается (без учета двух ПП насыпных откосов и ПП под номером 7 без растительности) тенденция к группировке флор ПП в зависимости от экспозиции макросклонов. В дальнейшем эта тенденция, на наш взгляд, будет усиливаться.

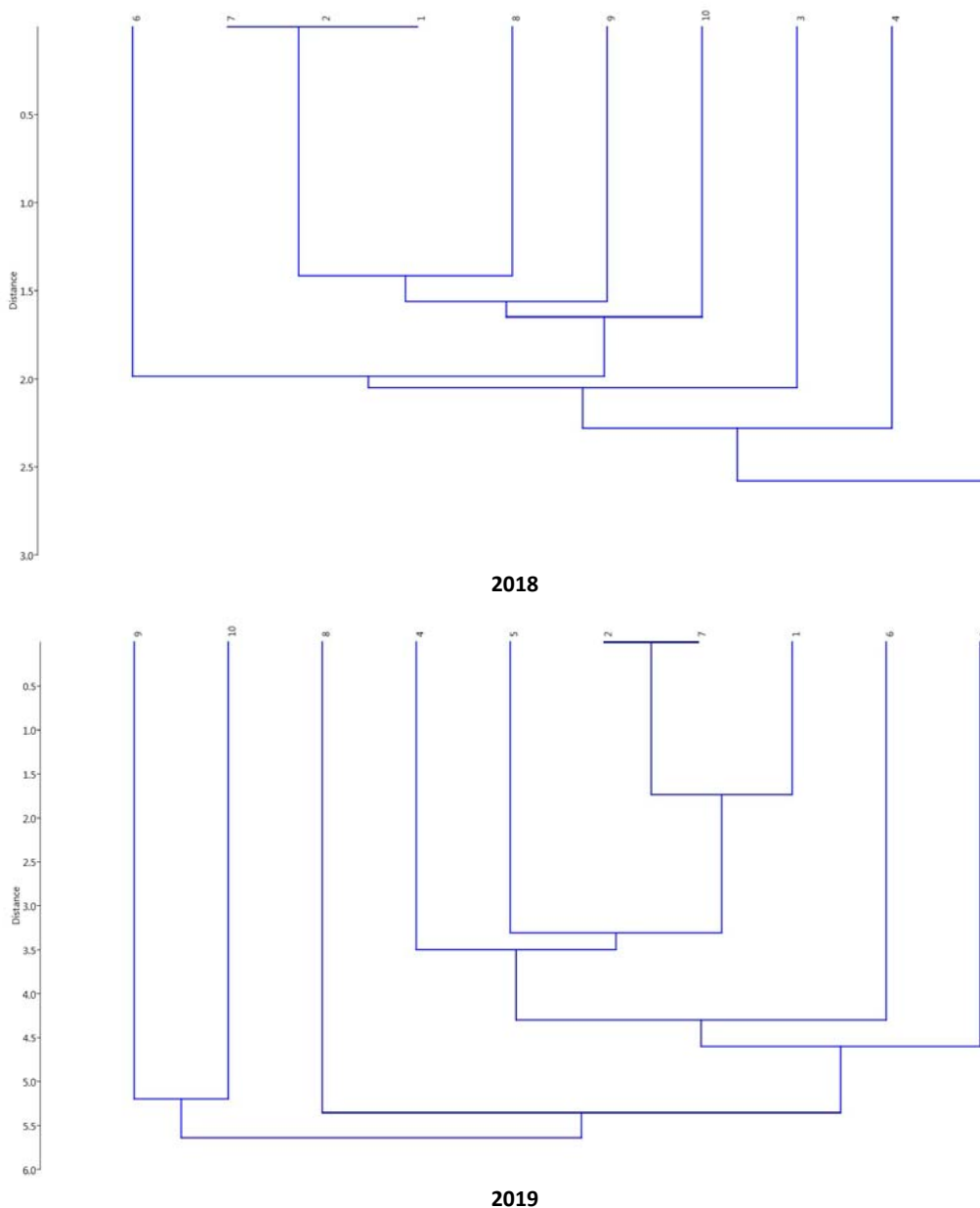


Рисунок 3. Кластерный анализ показателей флористического богатства ПП за 2018 и 2019 гг. откосов автодороги «Нарат-тюбинский перевал» методом невзвешенного попарного среднего – UPGMA

Figure 3. Cluster analysis of floristic diversity of test area for 2018 and 2019 on slopes of the Narat-Tyube Pass road using the unweighted pairwise average method – UPGMA

Подводя итоги первого этапа проведенной нами работы и на основе информации из литературных источников можно констатировать, что серьезной проблемой для практиков и ученых, особенно в полузасушливых регионах, где проекты восстановления откосов автодорог биоинженерными методами часто дают неудачные результаты, остается выбор подходящих видов для целей рекультивации. Это связано с недостаточной изученностью биологии и экологии видов растений и признаков связанных с успешностью их произрастания в придорожных экосистемах. Практически во всех изученных нами работах не выявлены первичные пионерные группировки, а также не показана роль этих

группировок в запуске демулационного процесса. Не дана геоботаническая оценка последовательности и продолжительности стабилизации растительности на нарушенных участках в зависимости от разнообразия природной флоры окрестностей деградированных участков. Такая работа нами проводится впервые и будет продолжена в условиях Предгорного, Внутреннегорного и Высокогорного Дагестана.

Выводы

1. В год завершения ремонтных дорожных работ на откосах участка «Нарат-тюбинский перевал» автодороги Махачкала-Буйнакск Предгорного Дагестана сформировались растительные группировки

из небольшого числа (17) видов. Из них 20,4% приходится на вегетативно размножающиеся виды (*Cynanchum acutum*, *Phragmites australis*, *Capparis herbacea*, *Cynodon dactylon*, *Ulmus parvifolia*) с глубоко проникающими в грунт корневищами и корнями, на которых формируются адвентивные почки при обнажении, а затем и полноценные растения.

2. На второй год флора обрастания обогатилась значительно (81 вид). Общее число видов увеличилось почти в пять раз за счет однолетних видов – эксплерентов (65,4%). Доля многолетников снизилась с 41,1% до 34,5%, что характерно начальному этапу первичной сукцессии обнажений.

3. Группировка пробных площадей откосов на основе кластерного анализа со временем будет изменяться в силу изменения видового состава в ходе сукцессионного процесса. Факторами сближения или отдаления ПП при этом являются климатические условия макросклонов (южный и северный), тип субстрата откосов (сланец, глина и др.) и изменение почвенных условий в зависимости от высоты над уровнем моря. Кроме того, различия между ПП в дальнейшем будут зависеть и от близости природных растительных сообществ (лес, шибляк, луг, степь), экологических (ксерофильность-мезофильность, адаптивная стратегия) и биологических (семенная продуктивность, жизнеспособность семян) характеристик видов этих сообществ.

4. Для оценки перспективности биоинженерного метода закрепления откосов автодороги «Нарат-Тюбинский перевал» произведен осенний посев нестратифицированных семян 27 древесных и травянистых видов-ксерофитов из природных популяций Предгорного и Внутреннегорного Дагестана. Планируется весенний посев стратифицированных семян этих же видов. Наиболее перспективным из природных травянистых видов для этой цели признан многолетний злак *Lolium perenne*. Первые результаты опыта по искусственному обрастанию откосов и геоботаническое описание природных сообществ прилегающих территорий будут представлены во втором сообщении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асадулаев З.М., Маллалиев М.М., Садыкова Г.А. Флористические и структурные особенности пионерных и демулационных сообществ нарушенных известняковых склонов Дагестана // Вестник ДНЦ РАН. 2013. N 51. С. 80-85.
2. Асадулаев З.М., Садыкова Г.А., Маллалиев М.М. Экологические группировки видов растений откосов автодорог Горного Дагестана // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2016. Т. 121. N 1. С.69-75.
3. Кадыралиева Г.А., Никольская О.В. Особенности оценки местной устойчивости откосов горных дорог // Инновации в науке. 2017. N 6 (67). С. 45-50.
4. Душевский В.П., Клюкин А.А., Толстых Е.А. О скорости денудации верхнемеловых мергелей и современном формировании рельефа Внутренней куэсты Крымских гор. В кн.: Динамика природы и проблемы освоения территорий Крыма. Л., 1974. С. 24-29.

5. Клюкин А.А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Таврия, 2007. 320 с.
6. Блага Н.Н. Морфогенез осыпей в вехнемеловых мергелях внутренней гряды крымских гор // Культура народов Причерноморья. 2008. N 147. С. 153-154.
7. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Москва: Стройиздат, 1971. 368 с.
8. Грунтоведение /под ред. Е.М. Сергеева. Москва: МГУ, 1983. 389 с.
9. Асадулаев З.М., Абакарова Б.А., Абдуллаева Э.А., Садыкова Г.А. Особенности зарастания известняковых плит на эродированных склонах Внутреннегорного Дагестана // Материалы международной конференции «Биологические и гуманитарные ресурсы развития горных регионов», Махачкала, 10-12 сентября 2009 г. С. 48-54.
10. Кожогулов К.Ч., Никольская О.В., Картанбаев Р.С., Сулайманов Н.Ч. Принципы безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации горных дорог. Бишкек: Илим, 2006. 186 с.
11. Кадыралиева Г.А., Кожогулов К.Ч., Никольская О.В. Влияние сезонных колебаний температуры воздуха на прочностные свойства грунтов откосов горных дорог // Известия Национальной академии наук Кыргызской республики. 2013. N 2. С. 25-28.
12. Никольская О.В., Кадыралиева Г.А. Критерии оценки местной устойчивости откосов горных дорог на горных склонах // Сборник трудов конференции СПбГАСУ «Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение», Санкт-Петербург, 2014. Ч. 1. С. 214-221.
13. Магомедэминов Н.С. Оценка устойчивости конструкции земляного полотна автомобильных дорог с учетом напряженного состояния природного склона // Наука и техника в дорожной отрасли. 2009. N 1(48). С. 29а-30.
14. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. Минск: Высшая школа, 1988. 348 с.
15. Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях. Москва, 1970. 73 с.
16. ГОСТ 25100-95. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация: Soils. Classification. М.: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (МНТКС), 1996. 24 с.
17. Bochet E., García-Fayos P. Identifying plant traits: A key aspect for species selection in restoration of eroded roadsides in semiarid environments // Ecological Engineering. 2015. V. 83. P. 444-451. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.06.019
18. Yanyan Q., Holden N., Qi F., Meng Z. Influence of slope aspect on plant community composition and its implications for restoration of a Chinese mountain range // Pol. J. Environ. Stud. 2017. V. 26. N 1. P. 375-383. DOI: 10.15244/pjoes/64458
19. Байраков И.А. Трансформация экосистем чеченской республики под влиянием антропогенного воздействия // Материалы XX Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России», Махачкала, 2018. С. 49-51.

20. Milodowski D.T., Mudd S.M., Mitchard E.T.A. Erosion rates as a potential bottom-up control of forest structural characteristics in the Sierra Nevada Mountains // *Ecology*. 2015. V. 96. Iss. 1. P. 31-38. DOI: 10.1890/14-0649.1
21. Sarmiento L., Smith J.K., Márquez N., Escalona A., Erazo M.C. Constraints for the restoration of tropical alpine vegetation on degraded slopes of the Venezuelan Andes // *Plant Ecology and Diversity*. 2014. V. 8. Iss. 2. P. 277-29. DOI: 10.1080/17550874.2014.898163
22. Walker L.R., Bellingham P.J., Peltzer D.A. Plant characteristics are poor predictors of microsite colonization during the first two years of primary succession // *Journal of Vegetation Science*. 2006. V. 17. Iss. 3. P. 397-406. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2006.tb02460.x
23. Wang N., Jiao J., Jia Y., Wang D. Influence of Afforestation on the Species Diversity of the Soil Seed Bank and Understorey Vegetation in the Hill-Gullied Loess Plateau, China // *Int J Environ Res Public Health*. 2017. V. 14. Iss. 10. 1285 p.
24. Leung F.T.Y., Yan W.M., Hau B.C. H., Tham L.G. Mechanical pull-out capacity and root reinforcement of four native tree and shrub species on ecological rehabilitation of roadside slopes in Hong Kong // *Journal of Tropical Forest Science*. 2018. V. 30. Iss. 1. P. 25-38.
25. Узелко А.К. Процессы зарастания растениями гравийных отвалов, образованных после ливневого паводка 1997 года в Бабиогорском национальном парке. Предварительные исследования // 12-й Международный симпозиум по проблемам ландшафтно-экологических исследований. Братислава, 2001. Т. 20. С. 265-270.
26. Bienes R., Marques M.J., Sastre B., García-Díaz A., Ruiz-Colmenero M. Eleven years after shrub revegetation in semiarid eroded soils. Influence in soil properties // *Geoderma*. 2016. V. 273. P. 106-114. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.03.023
27. Mohammed A., Wennian X., Zhenyao X. Ecological and bioengineering studies for stabilizing the Wad Medani-Sennar roadside slope linking the Gezira and Sennar States // *Advances in Civil Engineering*. 2018. P. 1-12. DOI: 10.1155/2018/7430809
28. Черняк А. Исследование защитных систем для размывающихся грунтов // VI Национальная польская научная конференция по комплексным и детальным проблемам природопользования. Т. 21. Кошалин. Польша, 2003. С. 791-805.
29. Breton V., Crosaz Y., Rey F. Effects of wood chip amendments on the revegetation performance of plant species on eroded marly terrains in a Mediterranean mountainous climate (Southern Alps, France) // *Solid Earth*. 2016. V. 7. Iss. 2. P. 599-610. DOI: 10.5194/se-7-599-2016
30. Burri K., Graf F., Böll A. Revegetation measures improve soil aggregate stability: a case study of a landslide area in Central Switzerland // *Forest Snow and Landscape Research*. 2009. V. 82. Iss. 1. P. 45-60.
31. Lotfalian M., Nasiri M. The distribution and frequency of damage to roadside trees in low-volume road construction // *Journal of Forestry Research*. 2018. V. 29. N 1. P. 221-226. DOI: 10.1007/S11676-017-0433-4
32. Панков Я.В., Иванов Ф.Е., Данько В.Н. Лесная рекультивация нарушенных земель. Воронеж, 1991. 184 с.
33. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиева Б.С. и др. Физическая география Дагестана. Москва: Школа, 1996. 380 с.
34. Баламирзоев М.А. Эффективное использование предгорных земель. Махачкала: Дагкнигоиздат, 1982. 96 с.
35. Яровенко Е.В., Абачев К.Ю., Магомедова М.А. Особенности флоры Нараттюбинского хребта (Дагестан) // *Ботанический журнал*. 2011. Т. 96. N 1. С. 75-86.
36. Зонн С.В. Почвы Дагестана. Москва- Ленинград: АН СССР, 1940. С. 94-102.
37. Салманов А.Б., Залибеков З.Г., Истомина А.Г. Почвы равнинной зоны Дагестана // *Труды Отдела биологии Даг. ФАН. АН СССР «Классификация и диагностика почв Дагестана»*, Махачкала, 1982. С. 20-52.
38. Капустянская Н.Г. Почвы Предгорного Дагестана. В кн.: Физическая география Предгорного Дагестана. Ростов-на-Дону: РГПИ, 1984. С. 20-53.
39. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. Москва: Логос, 2000. 262 с.
40. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. Санкт-Петербург, 2008. 71 с.
41. Методы изучения лесных сообществ. Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
42. Жесткова Д.Б., Уромова И.П. Эколого-ценотическая характеристика травянистого покрова в условиях произрастания вдоль автомагистралей Нижнего Новгорода // *Поволжский экологический журнал*. 2015. N 2. С. 167-172.
43. Dar M.E.U.I., Gillani N., Shaheen H., Firdous S.S., Ahmad S., Khan M.Q., Hussain M.A., Habib T., Malik N.Z., Ullah T.S., Rafique S., Aziz S., Khan W.A., Hussain K. Comparative analysis of vegetation from eroded and non-eroded areas, a case study from Kashmir. Himalayas, Pakistan // *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017. V. 16. N 2. P. 1725-1737. DOI: 10.15666/aer/1602_17251737
44. Yu W., Jiao J., Wang D., Wang N., Wang Z., Zhao H. Seed population dynamics on abandoned slopes in the hill and gully Loess Plateau region of China // *Ecological Engineering*. 2016. V. 94. P. 427-436. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.06.030

REFERENCES

- Asadulaev Z.M., Mallaliev M.M., Sadykova G.A. Floral and structural characteristics of the pioneer and demutation communities on the fractured limestone slopes of Daghestan. *Vestnik DNTs RAN [Herald of the Daghestan Scientific Center]*. 2013, no. 51, pp. 80-85. (In Russian)
- Asadulaev Z.M., Sadykova G.A., Mallaliev M.M. Environmental groups of plant species on the fouling slopes of roads in the mountainous Daghestan. *Byulleten' MOIP. Otdel biologicheskii [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series]*. 2016, vol. 121, no. 1, pp. 69-75. (In Russian)

3. Kadyralieva G.A., Nikolskaya O.V. Features estimation of local stability of slopes recesses of mountain road. *Innovatsii v nauke* [Innovation in Science]. 2017, no. 6 (67), pp. 45-50. (In Russian)
4. Dushevskiy V.P., Klyukin A.A., Tolstykh E.A. [Concerning the rate of denudation of the Upper Cretaceous marls and the modern formation of the relief of the Inland Cuesta of the Crimean Mountains]. In: *Dinamika prirody i problemy osvoyeniya territoriy Kryma* [The dynamics of nature and the problems of the development of the Crimea]. Leningrad, 1974, pp. 24-29. (In Russian)
5. Klyukin A.A. *Ekzogeodinamika Kryma* [Exogeodynamics of Crimea]. Simferopol, Tavriya Publ., 2007, 320 p. (In Russian)
6. Blaga N.N. Scree morphogenesis in the Upper Cretaceous marls of the internal ridge of the Crimean mountains. *Kultura narodov Prichernomorya* [Culture of the peoples of the Black Sea]. 2008, no. 147, pp. 153-154. (In Russian)
7. Goldshteyn M.N. *Mekhanicheskiye svoystva gruntov* [Mechanical properties of soils]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1971, 368 p. (In Russian)
8. Sergeyeva E.M., ed. *Gruntovedeniye* [Soil Science]. Moscow, MSU Publ., 1983, 389 p. (In Russian)
9. Asadulaev Z.M., Abakarova B.A., Abdullaeva E.A., Sadykova G.A. Osobennosti zarastaniya izvestnyakovykh plit na erodirovannykh sklonakh Vnutrennegornogo Dagestana [Features of overgrowing of limestone slabs on the eroded slopes of Inner Mountain Dagestan]. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Biologicheskie i gumanitarnye resursy razvitiya gornyykh regionov», Makhachkala, 10-12 sentyabrya 2009* [Proceedings of an International Conference "Biological and Humanitarian Resources for Mountain Development", Makhachkala, 10-12 September 2009]. Makhachkala, 2009, pp. 48-54. (In Russian)
10. Kozhogulov K.Ch., Nikol'skaya O.V., Kartanbaev R.S., Sulaymanov N.Ch. *Printsipy bezopasnosti pri proektirovani, stroitel'stve i ekspluatatsii gornyykh dorog* [Safety principles in the design, construction and operation of mountain roads]. Bishkek, Ilim Publ., 2006, 186 p. (In Russian)
11. Kadyralieva G.A., Kozhogulov K.Ch., Nikolskaya O.V. The effect of seasonal fluctuations in air temperature on the strength properties of slopes of mountain roads. *Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Kyrgyzskoi respubliky* [Bulletin of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic]. 2013, no. 2, pp. 25-28. (In Russian)
12. Nikolskaya O.V., Kadyralieva G.A. Kriterii otsenki mestnoi ustoichivosti otkosov gornyykh dorog na gornyykh sklonakh [Criteria for assessing the local stability of mountain slopes on mountain slopes]. *Sbornik trudov konferentsii SPbGASU «Sovremennyye geotekhnologii v stroitel'stve i ikh nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie», Sankt-Peterburg, 2014* [Proceedings of the conference SPbGASU "Modern geotechnologies in construction and their scientific and technical support", Sankt-Peterburg, 2014]. Saint-Petersburg, 2014, part 1, pp. 214-221. (In Russian)
13. Magomedeminov N.S. Estimation of stability of road embankments subject to the tension conditions of natural slope. *Nauka i tekhnika v dorozhnoi otrasli* [Science and technology in the road industry]. 2009, no. 1(48), pp. 29a-30. (In Russian)
14. *Ekspluatatsiya avtomobil'nykh dorog i organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Exploitation of roads and traffic management]. Minsk, Vysshaya shkola Publ., 1988, 348 p. (In Russian)
15. *Metodicheskiye ukazaniya po otsenke mestnoy ustoychivosti otkosov i vyboru sposobov ikh ukrepleniya v razlichnykh prirodnykh usloviyakh* [Guidelines for assessing the local stability of slopes and choosing ways to strengthen them in various environmental conditions]. Moscow, 1970, 73 p. (In Russian)
16. *GOST 25100-95. Mezghosudarstvennyi standart. Grunty. Klassifikatsiya: Soils. Classification* [GOST 25100-95. Interstate Standard. Soils. Classification: Soils]. Moscow, MNTKS Publ., 1996, 24 p. (In Russian)
17. Bochet E., Garcia-Fayos P. Identifying plant traits: A key aspect for species selection in restoration of eroded roadsides in semiarid environments. *Ecological Engineering*, 2015, vol. 83, pp. 444-451. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.06.019
18. Yanyan Q., Holden N., Qi F., Meng Z. Influence of slope aspect on plant community composition and its implications for restoration of a Chinese mountain range. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 375-383. DOI: 10.15244/pjoes/64458
19. Bayrakov I.A. Transformatsiya ekosistem chechenskoj respubliky pod vliyaniem antropogennogo vozdeystviya [Transformation of the ecosystems of the Chechen Republic under the influence of anthropogenic impact]. *Materialy XX Mezhdunarodnoi konferentsii «Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza i Yuga Rossii», Makhachkala, 2018* [Materials of the XX International Conference "Biological Diversity of the Caucasus and South of Russia", Makhachkala, 2018]. Makhachkala, 2018, pp. 49-51. (In Russian)
20. Milodowski D.T., Mudd S.M., Mitchard E.T.A. Erosion rates as a potential bottom-up control of forest structural characteristics in the Sierra Nevada Mountains. *Ecology*, 2015, vol. 96, iss. 1, pp. 31-38. DOI: 10.1890/14-0649.1
21. Sarmiento L., Smith J.K., Márquez N., Escalona A., Erazo M.C. Constraints for the restoration of tropical alpine vegetation on degraded slopes of the Venezuelan Andes. *Plant Ecology and Diversity*, 2014, vol. 8, iss. 2, pp. 277-29. DOI: 10.1080/17550874.2014.898163
22. Walker L.R., Bellingham P.J., Peltzer D.A. Plant characteristics are poor predictors of microsite colonization during the first two years of primary succession. *Journal of Vegetation Science*, 2006, vol. 17, iss. 3, pp. 397-406. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2006.tb02460.x
23. Wang N., Jiao J., Jia Y., Wang D. Influence of Afforestation on the Species Diversity of the Soil Seed Bank and Understorey Vegetation in the Hill-Gullied Loess Plateau, China. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, vol. 14, iss. 10, 1285 p.
24. Leung F.T.Y., Yan W.M., Hau B.C. H., Tham L.G. Mechanical pull-out capacity and root reinforcement of four native tree and shrub species on ecological rehabilitation of roadside slopes in Hong Kong. *Journal of Tropical Forest Science*, 2018, vol. 30, iss. 1, pp. 25-38.
25. Uzeblo A.K. Protsessy zarastaniya rasteniyami graviynykh otvalov, obrazovannykh posle livnovego pavodka 1997 goda v Babiogorskom natsional'nom parke. *Predvaritel'nye issledovaniya* [The processes of plant

- overgrowing of gravel dumps formed after the flash flood of 1997 in Babiogorsk National Park. Preliminary research]. *12-i Mezhdunarodnyi simpozium po problemam landshaftno-ekologicheskikh issledovaniy. Bratislava, 2001* [12th International Symposium on Landscape and Environmental Studies, Bratislava, 2001]. Bratislava, 2001, vol. 20, pp. 265-270 (In Russian)
26. Bienes R., Marques M.J., Sastre B., García-Díaz A., Ruiz-Colmenero M. Eleven years after shrub revegetation in semiarid eroded soils. Influence in soil properties. *Geoderma*, 2016, vol. 273, pp. 106-114. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.03.023
27. Mohammed A., Wennian X., Zhenyao X. Ecological and bioengineering studies for stabilizing the Wad Medani-Sennar roadside slope linking the Gezira and Sennar States. *Advances in Civil Engineering*, 2018, pp. 1-12. DOI: 10.1155/2018/7430809
28. Chernyakh A. Issledovanie zashchitnykh sistem dlya razmyvayushchikhysya gruntov [Study of protective systems for eroded soils]. *VI Natsional'naya pol'skaya nauchnaya konferentsiya po kompleksnym i detal'nym problemam prirodopol'zovaniya, Pol'sha, 2003* [VI National Polish Scientific Conference on Integrated and Detailed Problems of Nature Management, Poland, 2003]. Poland, 2003, vol. 21, pp. 791-805 (In Russian)
29. Breton V., Crosas Y., Rey F. Effects of wood chip amendments on the revegetation performance of plant species on eroded marly terrains in a Mediterranean mountainous climate (Southern Alps, France). *Solid Earth*, 2016, vol. 7, iss. 2, pp. 599-610. DOI: 10.5194/se-7-599-2016
30. Burri K., Graf F., Böll A. Revegetation measures improve soil aggregate stability: a case study of a landslide area in Central Switzerland. *Forest Snow and Landscape Research*, 2009, vol. 82, iss. 1, pp. 45-60.
31. Lotfalian M., Nasiri M. The distribution and frequency of damage to roadside trees in low-volume road construction. *Journal of Forestry Research*, 2018, vol. 29, no. 1, pp. 221-226. DOI: 10.1007/S11676-017-0433-4
32. Pankov Ya.V., Ivanov F.E., Danko V.N. *Lesnaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel'* [Forest Reclamation of Disturbed Lands]. Voronezh, 1991, 184 p. (In Russian)
33. Akayev B.A., Ataev Z.V., Gadzhieva B.S. et al. *Fizicheskaya geografiya Dagestana* [Physical Geography of Dagestan]. Moscow, Shkola Publ., 1996, 380 p. (In Russian)
34. Balamirzoev M.A. *Effektivnoye ispolzovaniye predgornyykh zemel'* [Use of Foothill Lands]. Makhachkala, Dagknigoizdat Publ., 1982, 96 p. (In Russian)
35. Yarovenko E.V., Abachev K.Yu., Magomedova M.A. Peculiarities of Narattube range flora (Daghestan). *Botanicheskii zhurnal* [Botanicheskii Zhurnal]. 2011, vol. 96, no. 1, pp. 75-86. (In Russian)
36. Zonn S.V. *Pochvy Dagestana* [Soils of Dagestan]. Moscow – Leningrad, AN SSSR Publ., 1940, pp. 94-102 (In Russian)
37. Salmanov A.B., Zalibekov Z.G., Istomina A.G. [Soils of the lowland zone of Dagestan]. In: *Trudy Otdela biologii Dag.FAN. AN SSSR «Klassifikatsiya i diagnostika pochvy Dagestana», Makhachkala, 1982* [Proceedings of the Department of Biology Dag. FAN. USSR Academy of Sciences, Classification and Soil Diagnostics of Dagestan, Makhachkala, 1982]. Makhachkala, 1982, pp. 20-52 (In Russian)
38. Kapustyanskaya N.G. [Soil of Piedmont Dagestan]. In: *Fizicheskaya geografiya Predgornogo Dagestana* [Physical Geography of Piedmont Dagestan]. Rostov-on-Don, Russian State Pedagogical Institute Publ., 1984, pp. 20-53 (In Russian)
39. Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern Vegetation Science]. Moscow, Logos Publ., 2000, 262 p. (In Russian)
40. Ipatov V.S., Mirin D.M. *Opisaniye fitotsenoza. Metodicheskiye rekomendatsii* [Description of phytocenosis. Guidelines]. St. Petersburg, 2008, 71 p. (In Russian)
41. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods of studying forest communities]. St. Petersburg, Research Institute of Chemistry, St. Petersburg State University Publ., 2002, 240 p. (In Russian)
42. Zhestkova D.B., Uromova I.P. Ecologo-cenotical characteristics of the herbaceous cover in the conditions of growth along the Nizhni Novgorod highways. *Povolzhskiy ekologicheskii zhurnal* [Povolzhskiy Journal of Ecology]. 2015, no. 2, pp. 167-172. (In Russian)
43. Dar M.E.U.I., Gillani N., Shaheen H., Firdous S.S., Ahmad S., Khan M.Q., Hussain M.A., Habib T., Malik N.Z., Ullah T.S., Rafique S., Aziz S., Khan W.A., Hussain K. Comparative analysis of vegetation from eroded and non-eroded areas, a case study from Kashmir. Himalayas, Pakistan. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2017, vol. 16, no. 2, pp. 1725-1737. DOI: 10.15666/aer/1602_17251737
44. Yu W., Jiao J., Wang D., Wang N., Wang Z., Zhao H. Seed population dynamics on abandoned slopes in the hill and gully Loess Plateau region of China. *Ecological Engineering*, 2016, vol. 94, pp. 427-436. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.06.030

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Загирбег М. Асадулаев, Гульнара А. Садыкова, Максим М. Маллалиев собрали флористический материал, определили видовой состав; Загирбег М. Асадулаев, Гульнара А. Садыкова, Максим М. Маллалиев, Зулфира Р. Рамазанова проанализировали данные, написали рукопись. Шамиль З. Асадулаев принял участие в разработке биоинженерных подходов закрепления откосов автодороги «Нарат-тубинский перевал», в их экономической целесообразности и перспектив внедрения. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата,

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Zagirbeg M. Asadulaev, Gulnara A. Sadykova and Maxim M. Mallaliev collected floristic material and determined species composition; Zagirbeg M. Asadulaev, Gulnara A. Sadykova, Maxim M. Mallaliev and Zulfira R. Ramazanova analyzed the data and wrote the manuscript. Shamil Z. Asadulaev participated in the development of bioengineering approaches for securing slopes of the Narat-Tyube Pass road, and in the assessment of their economic feasibility and implementation prospects. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Загирбег М. Асадулаев / Zagirbeg M. Asadulaev <http://orcid.org/0000-0001-5370-6611>

Гульнара А. Садыкова / Gulnara A. Sadykova <http://orcid.org/0000-0001-8604-1572>

Максим М. Маллалиев / Maxim M. Mallaliev <http://orcid.org/0000-0001-9851-2976>

Зулфира Р. Рамазанова / Zulfira R. Ramazanova <http://orcid.org/0000-0002-2182-3220>

Наталья В. Мищенко / Natalia V. Mishchenko <http://orcid.org/0000-0002-3643-3129>

Шамиль З. Асадулаев / Shamil Z. Asadulaev <http://orcid.org/0000-0002-5694-6095>