

УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2024-118-21-47



Ссылки для цитирования:

Гафурова Л.А., Савин И.Ю., Джалилова Г.Т. Обновление почвенной карты горных районов Узбекистана // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2024. Вып. 118. С. 21-47. DOI: 10.19047/0136-1694-2024-118-21-47

Cite this article as:

Gafurova L.A., Savin I.Yu., Djalilova G.T., Updating of soil map of mountaneous regions of Uzbekistan, Dokuchaev Soil Bulletin, 2024, V. 118, pp. 21-47, DOI: 10.19047/0136-1694-2024-118-21-47

Благодарность:

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения “Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах” (рег. № 123030300031-6).

Acknowledgments:

The work was carried out within the framework of realization of the most important innovative project of state importance “Development of a system of ground and remote monitoring of carbon pools and greenhouse gas fluxes on the territory of the Russian Federation, ensuring the creation of a system of accounting data on the fluxes of climatically active substances and carbon budget in forests and other terrestrial ecological systems” (reg. No. 123030300031-6).

Обновление почвенной карты горных районов Узбекистана

© 2024 г. Л. А. Гафурова^{1*}, И. Ю. Савин^{2,3**},
Г. Т. Джалилова¹

¹Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Узбекистан,
100174, Ташкент,

* <https://orcid.org/0000-0002-9760-3718>.

²ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,
^{**}<https://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savin_iyu@esoil.ru.

³МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия,
119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12.

Поступила в редакцию 21.06.2023, после доработки 11.07.2023,
принята к публикации 07.02.2024

Резюме: Одно из последних обновлений сведений о почвенном покрове горных регионов Узбекистана содержится в “Атласе почвенного покрова Республики Узбекистан”, изданном в 2010 г. В нем приведены почвенные карты регионов страны в масштабах от 1 : 350 000 до 1 : 2 500 000 и дана краткая характеристика почв. Атлас был составлен на основе традиционных методов картографирования почв. В результате его контурная часть, традиционно для карт подобного масштаба, достаточно схематична. Цель исследований – обновление контурной части почвенных карт горных территорий Узбекистана, содержащихся в этом Атласе, на основе анализа их изображения на спутниковых данных Landsat 8. Обновлялась контурная часть карты на территории с абсолютной высотой местности более 900 м. Обновления контуров карты проводились на основе методов интерактивного косвенного дешифрирования, при котором границы контуров уточнялись в ГИС с использованием в качестве подложки цветowych композитов спутниковых данных, полученных в оптимальные сроки съемки. Корректировка карты, выделение горных территорий, и подсчет площадей были выполнены с использованием пакета прикладных программ ГИС ILWIS v.3.3. Около 18% всех выделов почвенной карты были разделены на несколько составляющих. У 37% выделов границы изменились существенно (площадь выдела – более чем на 30% при изменении длины границы в среднем на 15–38%). У 45% выделов границы изменились не столь значительно (площадь выдела – не более чем на 30% при изменении длины границы не более чем на 20%). Не установлено ни одного случая слияния почвенно-картографических выделов. В результате контурная часть скорректированной карты, в сравнении с исходной картой, стала значительно детальней и с большей изрезанностью границ. На обновленной карте показан естественный почвенный покров без учета антропогенного изменения почв. Но использованный подход к обновлению карты может включать в себя и дополнение карты этой информацией в том числе, так как она может быть получена путем дешифрирования по тем же спутниковым данным, которые были использованы для обновления.

Ключевые слова: косвенное дешифрирование почв; горные почвы; Узбекистан; Landsat 8; почвенная карта.

Updating of soil map of mountainous regions of Uzbekistan

© 2024 L. A. Gafurova^{1*}, I. Yu. Savin^{2,3**}, G. T. Djalilova¹

¹National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
100174 Tashkent, the Republic of Uzbekistan,
^{*}<https://orcid.org/0000-0002-9760-3718>.

²Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,
^{**}<https://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savin_iyu@esoil.ru.

³Lomonosov Moscow State University,
12 Bld. 1 Leninskie Gori, Moscow 119234, Russian Federation.

Received 21.06.2023, Revised 11.07.2023, Accepted 07.02.2024

Abstract: One of the latest updates on the soil cover of the mountain regions of Uzbekistan is contained in the “Atlas of the Soil Cover of the Republic of Uzbekistan”, published in 2010. It contains soil maps of the regions of the country at the scales of 1 : 350 000 to 1 : 2 500 000 and provides brief characteristics of the soils. The Atlas was compiled on the basis of traditional methods of soil mapping. As a result, its contour part is typical of maps of the mentioned scales and rather schematic. The aim of the research was to update the contour part of the soil maps of mountain territories of Uzbekistan, contained in this Atlas, by means of the analysis of Landsat 8 satellite data. The contour part of the map was updated for the territory with absolute terrain altitude exceeding 900 m. Updating of the map contours was based on the methods of interactive indirect interpretation, when the boundaries of the contours were specified in the GIS using as a substrate the color composites of satellite data obtained at the optimal time of survey. Map correction, mountainous area delineation, and area counting were performed using the GIS ILWIS v.3.3 software package. About 18% of all soil mapping units were divided into several subunits. For 37% of the soil mapping units the boundaries changed significantly (the area of the units changed – by more than 30% with an average change in the length of the boundary of 15–38%). For 45% of soil mapping units the boundaries had changed less significantly (the area of the units had changed by no more than 30% and the boundary length had changed by no more than 20%). No cases of merging of soil mapping

units were recorded. As a result, the contour part of the corrected map, compared to the original one, became much more detailed with more indented boundaries. The updated map shows the natural soil cover, excluding the anthropogenically changed soils. But the approach used for updating the original soil map may be also applied to expand the information on anthropogenical load as well. Moreover, this information can be obtained by interpretation of the same satellite data that were used for the map updating.

Keywords: indirect soil interpretation; mountain soils; Uzbekistan; Landsat 8; soil map.

ВВЕДЕНИЕ

Почвенная карта аккумулирует знания почвоведов о географии почв того или иного региона. Без нее невозможно решение большей части задач практического почвоведения (Савин, 2020). Традиционный процесс составления почвенных карт трудоемок и затратен по времени. Он требует большого количества полевых работ и лабораторных исследований почвенных образцов. С внедрением в процесс почвенного картографирования спутниковых данных появилась возможность оперативного и низкозатратного обновления почвенных карт. При этом обновление может быть проведено на разных уровнях детальности по мере накопления новых данных и знаний о географии почв. Самым низкозатратным и оперативным может быть обновление контурной части почвенной карты без существенного изменения содержательной части почвенно-картографических выделов. При наличии достаточного количества новых данных могут быть сделаны попытки обновления и содержательной части карты. В основном такое обновление проводится для районов, значительно освоенных в сельскохозяйственном отношении, для которых, как правило, регулярно собирается новая информация о состоянии почв, и в советское время регулярно проводилось пересоставление почвенных карт (Савин и др., 2019).

Почвенный покров Республики Узбекистан исследуется уже давно (Панкова и др., 2022) и поэтому изучен достаточно полно. Но в основном это касается почв сельскохозяйственных земель. Почвенный покров горных территорий страны изучен в гораздо меньшей степени. Так, с 1980 г. под руководством Х.Х. Абдуллае-

ва изучались почвы горных образований Чаткала (Назаров, 1987), под руководством Л. Турсунова изучались почвы горных регионов Туркестана (на примере Зааминского “Народного парка” и Зааминского заповедника) (Турсунов и др., 2009). Изучению горных почв республики также были посвящены работы А. Турабаева (2011), М. Фахрутдиновой (2014), Г. Джалиловой (2018), Алибоевой (2022) и других исследователей.

Одно из последних обновлений сведений о почвенном покрове горных регионов Узбекистана содержится в “Атласе почвенного покрова Республики Узбекистан”, изданном в 2010 г. (Атлас..., 2010). В нем приведены почвенные карты регионов страны в масштабах от 1 : 350 000 до 1 : 2 500 000 и дана краткая характеристика почв. Атлас был составлен на основе традиционных методов картографирования почв. В результате его контурная часть, традиционно для карт подобного масштаба, достаточно схематична.

Цель исследований состояла в обновлении контурной части почвенных карт горных территорий Узбекистана, содержащихся в этом Атласе, на основе анализа их изображения на спутниковых данных Landsat OLI 8.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований выступет почвенный покров горных территорий Республики Узбекистан. К горным были отнесены все территории с абсолютной высотой более 900 м над уровнем моря. Выделение горных территорий было проведено с использованием цифровой модели местности SRTM, полученной по данным радарной спутниковой съемки в 2000 г., которая содержит информацию об абсолютной высоте земной поверхности с пространственным разрешением 90 м на местности и декларируемой погрешностью ± 14 м (Reuter et al., 2007).

Максимальные отметки абсолютной высоты горных вершин составляют около 4 000 м. Чаткальский и Кураминский хребты в пределах Узбекистана сложены интрузивными и эффузивными породами. Интрузивы представлены преимущественно гранитами, гранодиоритами и диоритами, а эффузивы – разнообразными порфирами, порфиритами и их туфами.

Осадочные породы палеозоя представлены небольшими разорванными и сильно измятыми свитами известняков, реже сланцев и песчаников.

Очень большие площади в предгорьях и низкогорьях страны занимают морские верхнемеловые и палеогеновые отложения. Эти отложения представлены в нижней части песчаниками и конгломератами, а в верхней – палеогеновыми известняками (Mirkhaydarova, Sodikova, 2020). Отложения эти в контакте с подгорными равнинами сильно размыты и прикрыты толщей кирпично-красных континентальных неогеновых песчаников и конгломератов. Эти породы занимают большие площади в предгорьях и слагают верхние размытые террасы Ангрена и Чирчика. Сверху эти отложения покрыты четвертичными конгломератами, а в области предгорий и низкогорий – галечниками и лёссами (Juliev et al., 2023).

Широко развиты процессы эрозии и солифлюкции, которые формируют делювиальные и пролювиальные отложения в нижних частях склонов гор и в горных долинах. Все это предопределяет широкий спектр почвообразующих пород, представленных на территории исследований: от элювия коренных пород различного состава до неогеновых глинистых и суглинистых отложений и до делювиальных отложений четвертичного возраста (Nabieva, 2008; Раупова, Абдуллаев, 2018).

Специфика почвообразующих пород и хорошая выраженность высотной изменчивости климата приводит к преобладанию на территории исследований естественной растительности (Gafurova, Ergasheva, 2020).

В предгорьях и низкогорьях преобладают растительные ассоциации с участием различных видов многолетников: фломис, кузиния, ферула, катран, эремурус. Местами встречаются заросли фисташников и миндаля. Растительность низкогорий и среднегорий представлена эфирномасличными и дубильными растениями: шалфеем, зизифорой, чабрецом, душицей, зверобоем, ревенем, горцем, щавелем. Горные леса сохранились на труднодоступных небольших участках, где распространены арчовники: древовидный можжевельник, зарафшанская и полушаровидная арча. Среди лиственных деревьев в низкогорный районах произрастают турке-

станский клен, алыча, яблоня, боярышник, фисташники и миндаль. В районах с повышенной влажностью можно встретить орех грецкий, березу, тополь, иву, тутовник, магалебскую вишню. В предгорьях Гиссарского хребта встречаются субтропические деревья: сумах, гранат, инжир, хурма. Высокогорные пояса заняты в основном субальпийскими и альпийскими лугами и степями, но встречаются также и туркестанская арча, жимолость, шиповник. На заснеженных горных вершинах, среди каменистых образований растительность скудная. Она представлена небольшими участками низкотравных ковровых альпийских лугов из первоцветов, остролодки, горечавки, лютиков, различных луков, мытников, лапчатки (Gafurova et al., 2020).

Все это обуславливает большое разнообразие почв, которые сформировались в описанных выше условиях. Согласно Почвенной карте Узбекистана (Атлас..., 2010) на территориях гор страны преобладают следующие почвы:

- Светло-бурые лугово-степные высокогорные почвы.
- Светло-бурые лугово-степные высокогорные почвы в сочетании с болотно-луговыми и торфяно-болотными почвами.
- Светло-бурые лугово-степные и примитивные и дельты выноса коллювия светлые.
- Бурые горно-лесные почвы.
- Коричневые почвы (в том числе карбонатные, слабокарбонатные, выщелоченные, глубоковыщелоченные, типичные).
- Галечники и песчано-галечниковые отложения.
- Выходы коренных пород, осыпи.
- Ледники, снежники и примитивные горные.

Все перечисленные выше почвы в той или иной мере каменистые, щебнистые и разные по мощности мелкоземистой толщи.

Территория исследований (горы) мало освоена в сельскохозяйственном отношении. Лишь в нижней части горных массивов на территорию исследований местами заходят пахотные угодья. Преобладает естественная растительность, тип и состояние которой тесно связано с особенностями климата, почв и почвообразу-

ющих пород (Ташкузиев, Шадиева, 2020). Это открывает широкие возможности для использования изображения растительности на спутниковых данных в качестве индикатора почв и почвенного покрова территории исследований.

Метод косвенного дешифрирования почв по характеру изображения естественной растительности широко использовался в практике визуального дешифрирования в 80–90-е годы прошлого века (Андроников, 1979). И в настоящее время многие алгоритмы автоматизированного распознавания почв на территориях, покрытых растительностью, основаны именно на индикационной роли растительности (Савин и др., 2019). Известно, что автоматизированное дешифрирование почв по характеру изображения растительности более оперативно и технологично, в сравнении с визуальным или интерактивным дешифрированием, но оно также имеет целый набор недостатков, которые до сих пор так и не были устранены. Основным из них является то, что незначительные нарушения естественной растительности человеком (вырубки) или природными факторами (пожары, ветровалы) не приводят к кардинальной смене почвенного покрова, но на спутниковых данных изображение подобных объектов сильно отличается от естественной растительности и часто интерпретируется автоматизированными алгоритмами как иные почвы, что приводит к ошибкам дешифрирования и картографирования. Подобные недостатки легко элиминируются экспертом-дешифровщиком при визуальном дешифрировании. Поэтому при дешифрировании неоднородностей естественной растительности на сравнительно небольших территориях визуальные методы до сих пор часто дают более адекватные результаты, чем полностью автоматизированные подходы.

В наших исследованиях мы опирались на визуальное экспертное дешифрирование. В качестве основы для дешифрирования использовались композитные изображения, полученные со спутника Landsat OLI 8 в разные сроки съемки и с разными наборами каналов съемки, выбранными для создания композитов. Всего было проанализировано 32 композитных изображения за период 2018–2022 гг. Данные имеют пространственное разрешение 30 м и доступны в 9 каналах съемки видимого и инфракрасного диапазонов. Для анализа использовались каналы с 1-го по 7-ой (с

синего до ближнего инфракрасного).

Оптимальная дата съемки и набор каналов съемки для создания композита определялись индивидуально для разных участков территории исследований с учетом типа преобладающей растительности и ее фенологического состояния.

Использованная процедура обновления карты представлена в обобщенном виде на рисунке 1.

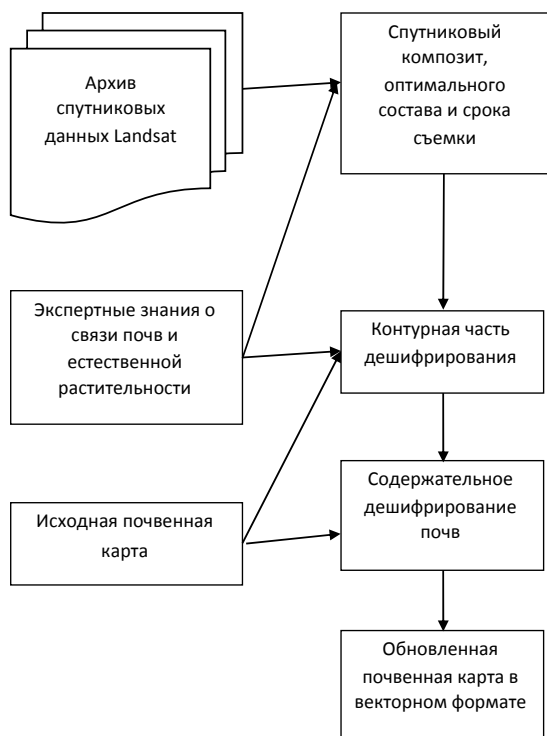


Рис. 1. Последовательность обновления почвенной карты.

Fig. 1. Flowchart of the soil map updating.

В основе данного подхода лежит попытка коррекции (уточнения) границ существующей почвенной карты. Эксперт, зная

особенности почвенно-ландшафтных связей на территории исследований, сопоставляет расположение контура на исходной почвенной карте с характером изображения земной поверхности на спутниковом композите и уточняет его границу путем визуального дешифрирования на экране монитора в ГИС. При необходимости контур почв, существующий на исходной карте, мог делиться на части с учетом его изображения или детализироваться.

Содержательная часть контура в большинстве случаев сохранялась такой же, как и на исходной карте, но при необходимости могла быть скорректирована с учетом изображения подобных почв в других контурах карты.

Таким образом, основной акцент был сделан на корректировке (уточнении) границ почвенно-картографических выделов исходной почвенной карты.

Непосредственно корректировка карты, выделение горных территорий и подсчет площадей были выполнены с использованием пакета прикладных программ ГИС ILWIS v.3.3 (<https://www.itc.nl/ilwis/download/ilwis33/>).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 2 показаны горные территории в Республике Узбекистан. Их площадь в Узбекистане, согласно полученным данным, составляет 36 247.24 тыс. км², или 8.07% от площади всей территории республики.

Все участки гор сосредоточены на востоке страны в 9 провинциях (табл. 1).

Всего на исходной почвенной карте горных территорий Республики Узбекистан (Атлас..., 2010) показано 237 почвенно-картографических выделов. Практически у всех из них в результате дешифрирования границы были уточнены. Но уточнение произошло в разной степени. Так, около 18% всех выделов в результате уточнения границ были разделены на несколько подвыделов. У 37% выделов границы изменились существенно (площадь выдела изменилась более чем на 30% при изменении длины границы в среднем на 15–38%). У 45% выделов границы изменились не столь значительно (площадь выдела изменилась не более чем на 30% при изменении длины границы не более чем на 20%). Не установ-

лено ни одного случая слияния почвенно-картографических выделов.

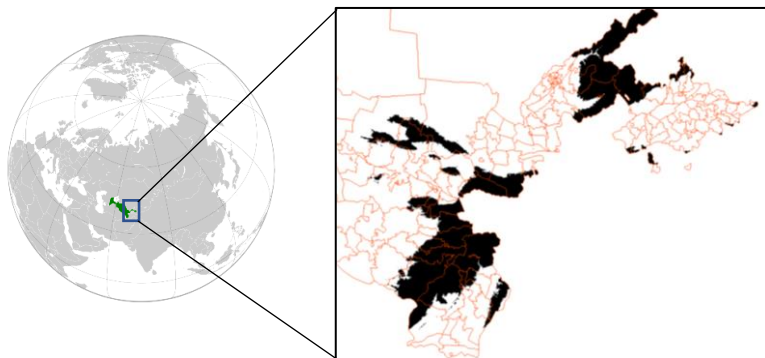


Рис. 2. Горные районы в восточной части Узбекистана (черный цвет, оранжевые линии – административные границы страны).

Fig. 2. Mountaneous regions of eastern part of Uzbekistan (black color, orange lines – administrative boundaries).

Таблица 1. Площадь горных регионов в провинциях Узбекистана
Table 1. Mountaneous regions acreage in the provinces of Uzbekistan

Провинция	Площадь горных регионов, км ²	Процент от площади провинции
Андижан	104.88	2.41
Джизак	4 639.42	21.18
Кашкадарья	8 191.01	31.42
Навои	1 105.42	3.34
Наманган	2 806.33	37.47
Самарканд	3 081.71	18.58
Сурхандарья	7 971.07	40.67
Ташкент	8 011.73	52.13
Фергана	335.68	4.94

В результате контурная часть скорректированной карты, в сравнении с исходной картой, стала значительно детальней с большей изрезанностью границ (рис. 3). Большая детальность границ обусловлена высоким пространственным разрешением спутниковых данных и точным отображением на них растительного покрова и особенностей рельефа территории исследований (Djalilova et al., 2021).

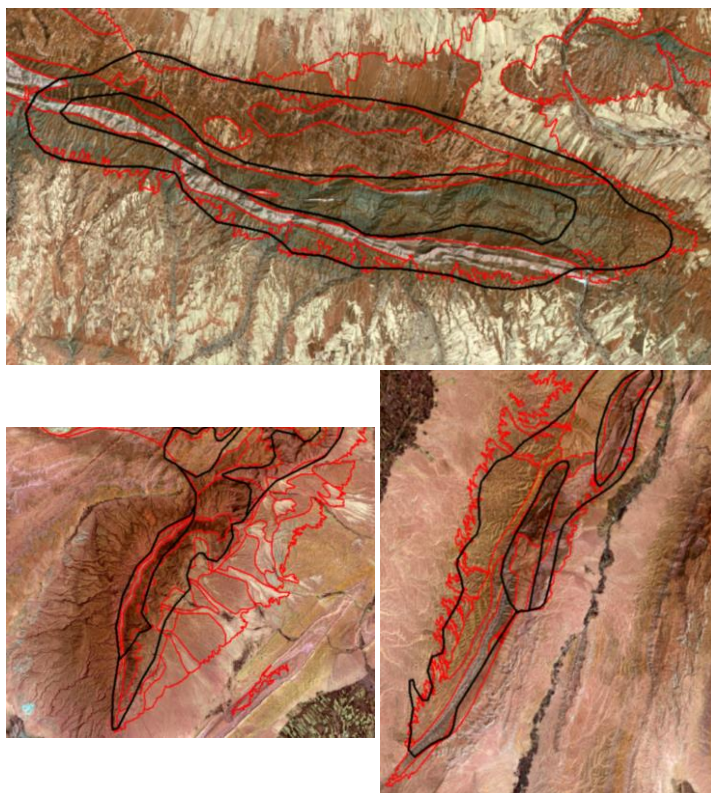


Рис. 3. Примеры результатов дешифрирования границ почвенно-картографических выделов (черный цвет – выделы исходной почвенной карты, красные линии – уточненные границы выделов).

Fig. 3. Examples of detection of boundaries of soil mapping units (black lines – units of original soil map, red lines – corrected soil mapping units).

В последнее время основной акцент при использовании спутниковых данных для картографирования почв делается на внедрении автоматизированных методов дешифрирования (Симакова, 2014; Savin et al., 2019), или на использовании этой информации в качестве одного из входных типов данных в технологиях цифрового картографирования почв (Цифровая..., 2012).

Но использование в нашем случае методов визуального интерактивного дешифрирования оказалось вполне оправданным. В первую очередь это связано с тем, что территория исследований не слишком велика, что предопределило сравнительно небольшое время, затраченное на контурное дешифрирование. Кроме того, разработка надежных алгоритмов автоматизированного детектирования того или иного типа растительности по снимкам оказалась сложной задачей из-за антропогенного влияния на растительность региона (вырубки, пожары, наличие участков вторичной растительности и др.), а также из-за влияния затененности изображения растительности на склонах гор разной пространственной ориентации и крутизны (Симакова, 2014).

Анализ полученных данных показал, что выделение горных регионов по отметке абсолютной высоты 900 м не является точным. В результате в список почв горных регионов Узбекистана попали и почвы, которые, судя по их названию и описанию (Атлас..., 2010), не относятся к горным. Таких случаев оказалось немного (всего 6), но это является свидетельством неопределенности понятия “горные регионы”. Использование дополнительно, например, такого критерия как крутизна склонов, приведет к изменению внешней границы выделов горных массивов, что, в свою очередь, выразится и в изменении площадей горных почв на территории страны.

Обновленная почвенная карта горных регионов Узбекистана в уменьшенном виде представлена на рисунке 4, а содержание атрибутивной части базы данных представлено – в таблице 2. Всего карта содержит 760 почвенно-картографических выделов 99 типов, что в 3.2 раза больше, чем было на исходной бумажной почвенной карте.

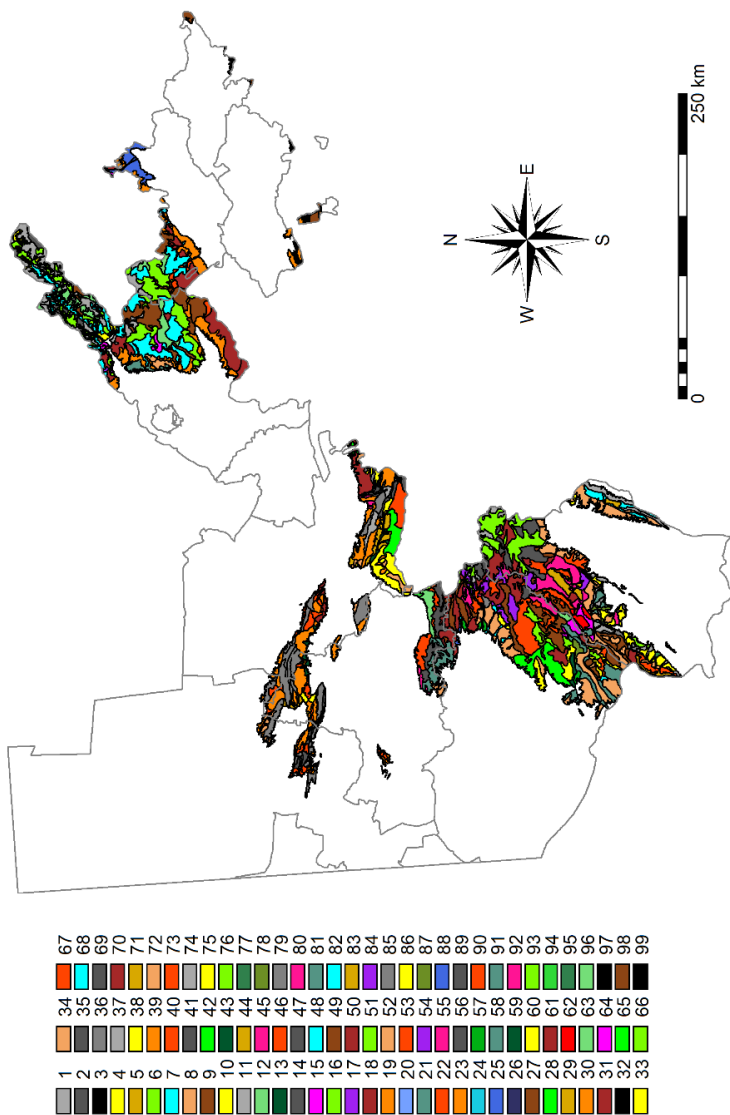


Рис. 4. Визуализация обновленной почвенной карты горных регионов Республики Узбекистан (легенда см. табл. 2).

Fig. 4. Visualisation of the updated soil map of the mountainous regions of the Republic of Uzbekistan (look at table 2 for legend).

Таблица 2. Атрибутивная база данных
Table 2. Attributive data base

Номер выдела на карте	Название преобладающей почвы	Грансостав	Эродированность	Наличие подстилки	Каменистость и щебнистость	Название сопутствующей почвы	Грансостав сопутствующей почвы	Эродированность сопутствующей почвы	Наличие подстилки у сопутствующей почвы	Каменистость и щебнистость сопутствующей почвы
1	31	99	1	6	7	99	99	99	99	99
2	31	99	1	6	7	99	99	99	99	99
3	30	99	1	6	7	99	99	99	99	99
4	3	2	1	6	7	99	99	99	99	99
5	30	99	1	6	7	99	99	99	99	99
6	2	2	1	1	4	99	99	99	99	99
7	9	5	12	1	4	99	99	99	99	99
8	12	2	6	2	6	99	99	99	99	99
9	10	8	12	6	4	99	99	99	99	99
10	4	2	6	6	6	99	99	99	99	99
11	30	99	1	6	7	99	99	99	99	99
12	3	2	1	6	7	9	5	12	1	4
13	3	2	1	6	7	4	2	6	6	6
14	3	2	1	6	7	30	99	99	1	4
15	9	5	12	1	4	12	2	6	2	6
16	16	2	10	6	6	99	99	99	99	99
17	14	2	6	2	4	99	99	99	99	99
18	11	8	7	6	5	99	99	99	99	99
19	15	2	10	6	7	99	99	99	99	99
20	17	2	10	4	6	99	99	99	99	99
21	17	2	2	4	6	99	99	99	99	99
22	9	5	12	1	4	10	8	12	6	4
23	11	8	7	6	5	15	2	10	6	1
24	26	8	1	4	7	99	99	99	99	99

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

Номер выдела на карте	Название преобладающей почвы	Грансостав	Эродированность	Наличие подстилки	Каменность и щебнистость	Название сопутствующей почвы	Грансостав сопутствующей почвы	Эродированность сопутствующей почвы	Наличие подстилки у сопутствующей почвы	Каменность и щебнистость сопутствующей почвы
25	25	3	1	4	7	99	99	99	99	99
26	29	99	1	6	7	99	99	99	99	99
27	3	2	1	6	7	30	99	99	1	4
28	23	5	3	6	7	99	99	99	99	99
29	21	8	10	6	7	99	99	99	99	99
30	15	99	10	6	5	99	99	99	99	99
31	18	99	10	6	5	99	99	99	99	99
32	30	99	1	6	7	99	99	99	99	99
33	21	3	5	6	7	99	99	99	99	99
34	16	10	10	6	2	99	99	99	99	99
35	1	9	8	6	4	31	99	99	1	4
36	7	99	10	1	4	99	99	99	99	99
37	9	6	3	6	2	99	99	99	99	99
38	8	6	3	6	1	99	99	99	99	99
39	9	6	3	6	2	7	99	10	1	4
40	9	6	3	6	2	1	9	8	1	4
41	7	99	10	1	4	30	99	99	1	4
42	1	9	8	6	4	9	6	3	6	2
43	19	99	6	6	5	99	99	99	99	99
44	15	99	10	6	5	17	2	3	3	1
45	21	10	8	6	2	99	99	99	99	99
46	7	99	10	1	4	15	99	10	6	5
47	2	9	1	6	5	99	99	99	99	99
48	28	3	1	6	6	99	99	99	99	99

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

Номер выдела на карте	Название преобладающей почвы	Грансостав	Эродированность	Наличие подстилки	Каменистость и щебнистость	Название сопутствующей почвы	Грансостав сопутствующей почвы	Эродированность сопутствующей почвы	Наличие подстилки у сопутствующей почвы	Каменистость и щебнистость сопутствующей почвы
49	8	5	11	1	4	99	99	99	99	99
50	8	5	10	6	1	99	99	99	99	99
51	1	9	8	6	4	99	99	99	99	99
52	15	3	10	6	3	99	99	99	99	99
53	9	6	12	6	5	99	99	99	99	99
54	9	6	12	6	5	2	9	99	1	1
55	9	6	12	6	5	8	5	11	1	4
56	1	9	1	6	7	9	5	12	6	5
57	22	8	3	6	2	99	99	99	99	99
58	15	3	10	6	4	99	99	99	99	99
59	21	8	5	6	2	99	99	99	99	99
60	16	8	4	6	2	99	99	99	99	99
61	8	5	11	1	4	15	3	10	6	3
62	8	5	11	1	4	8	5	10	6	1
63	13	5	6	2	2	99	99	99	99	99
64	8	5	10	6	1	13	5	6	2	2
65	15	3	10	6	3	16	4	4	6	2
66	16	4	4	6	2	15	3	10	6	3
67	16	8	10	6	2	99	99	99	99	99
68	8	5	11	1	4	16	4	4	6	2
69	1	9	10	1	4	99	99	99	99	99
70	5	1	12	1	3	99	99	99	99	99
71	6	99	10	6	4	99	99	99	99	99
72	16	8	9	6	4	99	99	99	99	99

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

Номер выдела на карте	Название преобладающей почвы	Грансостав	Эродированность	Наличие подстилки	Каменность и щебнистость	Название сопутствующей почвы	Грансостав сопутствующей почвы	Эродированность сопутствующей почвы	Наличие подстилки у сопутствующей почвы	Каменность и щебнистость сопутствующей почвы
73	6	99	9	6	4	16	4	9	6	4
74	18	99	10	1	5	99	99	99	99	99
75	18	6	10	6	4	99	99	99	99	99
76	18	6	12	6	4	24	99	10	1	5
77	18	99	10	1	5	27	11	99	6	1
78	22	10	1	4	7	99	99	99	99	99
79	18	6	12	6	4	18	99	10	1	5
80	24	99	10	1	5	99	99	99	99	99
81	21	2	8	6	4	99	99	99	99	99
82	15	99	10	6	5	99	99	99	99	99
83	5	1	12	1	3	6	99	10	6	4
84	16	8	9	6	4	5	1	12	1	3
85	8	5	10	6	1	15	3	10	6	3
86	15	3	10	6	3	18	4	10	6	1
87	15	3	10	6	3	22	4	3	6	2
88	18	4	10	6	7	99	99	99	99	99
89	8	99	9	1	4	99	99	99	99	99
90	15	99	9	6	5	99	99	99	99	99
91	15	99	10	6	5	22	4	8	4	1
92	18	99	9	1	5	99	99	99	99	99
93	20	8	8	4	2	99	99	99	99	99
94	22	5	2	6	7	99	99	99	99	99
95	23	8	6	4	7	99	99	99	99	99
96	22	8	8	2	7	22	5	2	6	1

Продолжение таблицы 2
Table 2 continued

Номер выдела на карте	Название преобладающей почвы	Грансостав	Эродированность	Наличие подстилки	Каменность и щебнистость	Название сопутствующей почвы	Грансостав сопутствующей почвы	Эродированность сопутствующей почвы	Наличие подстилки у сопутствующей почвы	Каменность и щебнистость сопутствующей почвы
97	23	8	1	5	7	99	99	99	99	99
98	15	7	12	6	7	99	99	99	99	99
99	30	99	1	6	7	99	99	99	99	99

Использованное кодирование названий почв и их свойств приведено ниже:

Код почвы	Названия почв
1	Светло-бурые лугово-степные высокогорные почвы
2	Светло-бурые лугово-степные высокогорные почвы в сочетании с болотно-луговыми и торфяно-болотными почвами
3	Светло-бурые лугово-степные и примитивные и дельты выноса коллювия светлые
4	Бурые горно-лесные почвы
5	Коричневые почвы
6	Коричневые слабокарбонатные и выщелоченные почвы
7	Коричневые слабокарбонатные и типичные почвы
8	Коричневые слабокарбонатные почвы
9	Коричневые типичные почвы

Код почвы	Названия почв
10	Коричневые глубоковыщелоченные почвы
11	Коричневые карбонатные и слабовыщелоченные почвы
12	Богарные коричневые почвы
13	Богарные коричневые слабокарбонатные почвы
14	Условно-орошаемые коричневые почвы
15	Темные сероземы
16	Богарные темные сероземы
17	Новоорошаемые темные сероземы
18	Типичные сероземы
19	Типичные сероземы с участками сероземно-луговых и луговых почв
20	Типичные сероземы, местами сероземно-луговые
21	Богарные типичные сероземы
22	Новоорошаемые типичные сероземы
23	Старорошаемые типичные сероземы
24	Светлые сероземы
25	Новоорошаемые луговые аллювиальные почвы
26	Старорошаемые луговые аллювиальные почвы
27	Новоорошаемые луговые сазовые почвы
28	Старорошаемые луговые сазовые почвы
29	Галечники и песчано-галечниковые отложения
30	Выходы коренных пород, осыпи
31	Ледники, снежники и примитивные горные
99	Нет почвы

Код грансостава	Класс грансостава
1	глинистые и суглинистые
2	тяжелосуглинистые
3	тяжело- и среднесуглинистые
4	среднесуглинистые
5	средне- и тяжелосуглинистые
6	средне- и тяжелосуглинистые, глинистые
7	среднесуглинистые, реже щебневато-суглинистые
8	суглинистые
9	дресвяно-щебневато-суглинистые
10	средне- и легкосуглинистые
11	легко- и среднесуглинистые
99	нет данных

Код эродированности	Класс эродированности
1	несмытые
2	несмытые и слабосмытые
3	слабосмытые
4	слабосмытые и несмытые
5	слабосмытые, местами несмытые и намытые
6	слабо- и среднесмытые
7	слабо- и среднесмытые, местами сильносмытые
8	среднесмытые
9	средне- и слабосмытые
10	средне- и сильносмытые
11	сильносмытые
12	различной степени смытости
12	эродированные
99	нет данных

Код наличия подстилаяния	Класс присутствия подстилаяния
1	местами выходы коренных пород и осыпи
2	с 0.6–0.7 м подстилаются обломками коренных пород
2	местами с 0.5–1 м подстилаются обломками коренных пород
3	с 1.2–1.4 м подстилаяние щебнем
4	в пределах 1 м вскрываются галечники
4	с 0.3–0.9 м подстилаются галечником
4	с 0.5–1 м подстилаются галечником
5	с 1–2 м подстилаются галечником
6	нет подстилаяния
99	нет данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе спутниковых снимков Landsat проведено обновление границ почвенно-картографических выделов почвенной карты горных регионов Республики Узбекистан. Список почв, отображенных на карте, был сохранен таким же, как на оригинальной бумажной карте. Обновленный вариант представлен в виде векторного слоя ГИС с атрибутивной базой данных.

На карте показан естественный почвенный покров, без учета антропогенного изменения почв. Но использованный подход к обновлению карты может включать в себя и дополнение карты этой информацией в том числе, так как она может быть получена путем дешифрирования по тем же спутниковым данным, которые были использованы для обновления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алибоева М.А., Жаббаров З.А., Фахрутдинова М.Ф. Влияние природных факторов на химические свойства горных почв (на примере почв Чаткальского государственного биосферного заповедника) //

Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 1. С. 10–15. URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1252>.

2. Андроников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв. М.: Колос, 1979. 280 с.

3. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан. Ташкент, 2010. 44 с.

4. Джалилова Г.Т. Геоинформационный анализ эрозионных процессов в среднегорьях и низкогорьях Узбекистана (на примере почв Чаткальского и Туркестанского хребтов): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2018. 53 с.

5. Назаров А.С. Почвы западных отрогов Чаткальского хребта (на примере почв Чаткальского горно-лесного государственного заповедника): Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ташкент, 1987. 21 с.

6. Панкова Е.И., Ямнова И.А., Назарова Л.Ф., Соловьев Д.А., Исаев В.А. О работах Почвенного института им. В.В. Докучаева в Узбекистане // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2022. Вып. 110. С. 167–192. DOI: [10.19047/0136-1694-2022-110-167-192](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2022-110-167-192).

7. Раупова Н.Б., Абдуллаев С.А. Горно-коричневые карбонатные почвы Западного Тянь-Шаня, их агрохимические свойства и гумусное состояние // Бюллетень науки и практики. 2018. № 2. С. 153–161.

8. Савин И.Ю. Пространственные аспекты прикладного почвоведения // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 101. С. 5–18. DOI: [10.19047/0136-1694-2020-101-5-18](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-5-18).

9. Савин И.Ю., Столбовой В.С., Иванов А.Л., Прудникова Е.Ю., Жоголев А.В., Воронин А.Я. Технологии составления и обновления почвенных карт. М.: Перо, 2019. 328 с.

10. Симакова М.С. От визуального дешифрирования аэрофотоснимков и полевого картографирования почв до автоматизированного дешифрирования и картографирования по космическим снимкам // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2014. Вып. 74. С. 3–19. DOI: [10.19047/0136-1694-2014-74-3-19](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-74-3-19).

11. Ташкузиев М.М., Шадиева Н.И. Состав гумуса, гумусное состояние почв вертикальной зональности бассейна реки Санзар и изменение его под влиянием противоэрозионных процессов // Почвоведение и агрохимия. 2020. № 3. С. 25–33.

12. Турабаев А. Описание некоторых природных факторов, сохраняющих разнообразие горных коричневых почв (на примере Чаткальских и Нураатинских гор): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент, 2011. 27 с.

13. Турсунов Л., Ханазаров А., Фахрутдинова М., Камилова Д. Горные почвы Узбекистана. Ташкент: “Турон-Икбол”, 2009. 232 с.

14. *Фахрутдинова М.Ф.* Фракционный и групповой состав горно-коричневые выщелоченные почвы // Вестник НуУЗ. 2014. № 3/2. С. 79–82.
15. Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования / ред. *Иванов А.Л., Савин И.Ю., Сорокина Н.П., Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л., Коношкова М.В.* М.: Почвенный институт, 2012. 333 с.
16. *Gafurova L.A., Ergasheva O.X.* Bioindication in ecological assessment of eroded soils in mountain areas // Journal of Critical Reviews. 2020. No. 7(2). P. 288–291. DOI: [10.31838/jcr.07.02.53](https://doi.org/10.31838/jcr.07.02.53).
17. *Gafurova L.A., Djalilova G.T., Ergasheva O.X., Kadirova D.A.* Measures on erosion-preventive forest melioration in mountain areas of Uzbekistan // Journal of Critical Reviews. 2020. No. 7(2). P. 283–287. DOI: [10.31838/jcr.07.02.52](https://doi.org/10.31838/jcr.07.02.52).
18. *Djalilova G., Mamatkulova F., Mamatkulova Z., Igamberdiyeva D., Eshquvatov Q.* Long-term monitoring of the vegetation cover of mountain territories in the GIS for soil and landscape study of territories // E3S Web Conf. 2021. Vol. 264. Article Number 01004. DOI: [10.1051/e3sconf/202126401004](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401004).
19. *Juliev M., Ng W., Mondal I., Ergasheva O., Saidova M.* Surface displacement detection using object-based image analysis, Tashkent region, Uzbekistan // E3S Web Conf. 2023. Vol. 386. Article Number 04010. DOI: [10.1051/e3sconf/202338604010](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338604010).
20. *Mirkhaydarova G.S., Sodikova G.S.* Agrochemical properties of eroded mountain soils and ways to restore these properties // ISJ Theoretical & Applied Science. 2020. Vol. 06(86). P. 33–38. DOI: [10.15863/TAS.2020.06.86.6](https://doi.org/10.15863/TAS.2020.06.86.6).
21. *Nabieva G.M.* Soils of the western spurs of the Chatkal ridge and their enzymatic activity. Tashkent: NUU, 2008. 132 p.
22. *Reuter H.I., Nelson A., Jarvis A.* An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data // International Journal of Geographic Information Science. 2007. Vol. 21(9). P. 983–1008.
23. *Savin I.Y., Zhogolev A.V., Prudnikova E.Y.* Modern trends and problems of soil mapping // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 5. P. 471–480.

REFERENCES

1. *Aliboeva M.A., Zhabbarov Z.A., Fahrutdinova M.F.*, Vliyanie prirodnyh faktorov na himicheskie svoystva gornyh pochv (na primere pochv Chatkal'skogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika) (Influence of natural factors on the chemical properties of mountain soils (on the example of

- soils Chatkal State Biosphere Reserve)), *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, 2022, No. 1. pp. 10–15, URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1252>.
2. Andronikov V.L., *Ajerokosmicheskie metody izuchenija pochv* (Aerospace methods of studying soils), Moscow: Kolos, 1979, 280 p.
 3. Atlas pochvennogo pokrova Respubliki. Uzbekistan (Atlas of soil cover of the Republic of Uzbekistan), Tashkent, 2010, 44 p.
 4. Dzhililova G.T., *Geoinformacionnyj analiz jerozionnyh processov v srednegor'jah i nizkogor'jah Uzbekistana (na primere pochv Chatkal'skogo i Turkestanskogo hrebtov): Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk* (Geoinformational analysis of erosion processes in the middle and low mountains of Uzbekistan (on the example of soils of Chatkal and Turkestan ranges), Extended abstract of Dr.biol. sci. thesis), Tashkent, 2018, 53 p.
 5. Nazarov A.S., *Pochvy zapadnyh otrogov Chatkal'skogo hrebta (na primere pochv Chatkal'skogo gorno-lesnogo gosudarstvennogo zapovednika): Avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk*, (Soils of the western spurs of the Chatkal Range (on the example of soils of the Chatkal Mountain Forest State Reserve), Extended abstract of cand. agric. sci. thesis) Tashkent, 1987, 21 p.
 6. Pankova E.I., Jamnova I.A., Nazarova L.F., Solov'ev D.A., Isaev V.A., On the works of the Dokuchaev Soil Science Institute in Uzbekistan, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2022, Vol. 110, pp. 167–192, DOI: [10.19047/0136-1694-2022-110-167-192](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2022-110-167-192).
 7. Raupova N.B., Abdullaev S.A., Gorno-korichnevye karbonatnye pochvy Zapadnogo Tjan'-Shanja, ih agrohimicheskie svoystva i gumusnoe sostojanie (Mountain brown carbonate soils of the Western Tien Shan, their agrochemical properties and humus state), *Bjulleten' nauki i praktiki*, 2018, No. 2, pp. 153–161.
 8. Savin I.Yu., Spatial aspects of applied Soil Science, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2020, Vol. 101, pp. 5–18, DOI: [10.19047/0136-1694-2020-101-5-18](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-5-18).
 9. Savin I.Yu., Stolbovoj V.S., Ivanov A.L., Prudnikova E.Yu., Zhogolev A.V., Voronin A.Ya., *Tehnologii sostavlenija i obnovlenija pochvennyh kart* (Technologies for compiling and updating soil maps), Moscow: Pero, 2019, 328 p.
 10. Simakova M.S., From visual aerial photo interpretation and field soil survey to automated decoding and soil mapping by satellite imagery, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2014, Vol. 74, pp. 3–19. DOI: [10.19047/0136-1694-2014-74-3-19](https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-74-3-19).
 11. Tashkuziev M.M., Shadieva N.I., Sostav gumusa, gumusnoe sostojanie pochv vertikal'noj zonal'nosti bassejna reki Sanzar i izmenenie ego pod vlijaniem protivojerozionnyh processov (Humus composition, humus state of soils of vertical zonality of the Sanzar River basin and its change under the

influence of anti-erosion processes), *Pochvovedenie i agrohimija*, 2020, No. 3, pp. 25–33.

12. Turabaev A., *Opisanie nekotoryh prirodnyh faktorov, sohranjajushhih raznoobrazie gornyh korichnevyh pochv (na primere Chatkal'skih i Nuratinskih gor): Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* (Description of some natural factors preserving the diversity of mountain brown soils (on the example of Chatkal and Nurata mountains), Extended abstract of cand. biol. sci. thesis), Tashkent, 2011, 27 p.

13. Tursunov L., Hanazarov A., Fahrutdinova M., Kamilova D., *Gornye pochvy Uzbekistana* (Mountain soils of Uzbekistan), Tashkent: “Turon-Ikbol”, 2009, 232 p.

14. Fahrutdinova M.F., Frakcionnyj i gruppovoj sostav gorno-korichnevyeh vyshhelochennye pochvy (), *Vestnik NuUZ*, 2014, No. 3/2, pp. 79–82.

15. Ivanov A.L., Savin I.Ju., Sorokina N.P., Samsonova V.P., Meshalkina Ju.L., Konjushkova M.V. (Eds), *Cifrovaja pochvennaja kartografija: teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija* (Digital soil cartography: theoretical and experimental studies), Moscow: Pochvennyj institut, 2012, 333 p.

16. Gafurova L.A., Ergasheva O.X., Bioindication in ecological assessment of eroded soils in mountain areas, *Journal of Critical Reviews*, 2020, Vol. 7(2), pp. 288–291, DOI: [10.31838/jcr.07.02.53](https://doi.org/10.31838/jcr.07.02.53).

17. Gafurova L.A., Djalilova G.T., Ergasheva O.X., Kadirova D.A., Measures on erosion-preventive forest melioration in mountain areas of Uzbekistan, *Journal of Critical Reviews*, 2020, Vol. 7(2), pp. 283–287, DOI: [10.31838/jcr.07.02.52](https://doi.org/10.31838/jcr.07.02.52).

18. Djalilova G., Mamatkulova F., Mamatkulova Z., Igamberdiyeva D., Eshquvatov Q., Long-term monitoring of the vegetation cover of mountain territories in the GIS for soil and landscape study of territories, *E3S Web Conf.*, 2021, Vol. 264, Article Number 01004, DOI: [10.1051/e3sconf/202126401004](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401004).

19. Juliev M., Ng W., Mondal I., Ergasheva O., Saidova M., Surface displacement detection using object-based image analysis, Tashkent region, Uzbekistan, *E3S Web Conf.*, 2023, Vol. 386, Article Number 04010, DOI: [10.1051/e3sconf/202338604010](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338604010).

20. Mirkhaydarova G.S., Sodikova G.S., Agrochemical properties of eroded mountain soils and ways to restore these properties, *ISJ Theoretical & Applied Science*, 2020, Vol. 06(86), pp. 33–38, DOI: [10.15863/TAS.2020.06.86.6](https://doi.org/10.15863/TAS.2020.06.86.6).

21. Nabieva G.M., *Soils of the western spurs of the Chatkal ridge and their enzymatic activity*, Tashkent: NUU, 2008, 132 p.

22. Reuter H.I., Nelson A., Jarvis A., An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data, *International Journal of Geographic Information Science*, 2007, Vol. 21(9), pp. 983–1008.
23. Savin I.Y., Zhogolev A.V., Prudnikova E.Y., Modern trends and problems of soil mapping, *Eurasian Soil Science*, 2019, Vol. 52, No. 5, pp. 471–480.