

ГЕОГРАФИЯ И ГЕНЕЗИС ПОЧВ

МРНТИ 68.05.43; 68.05.31; 68.05.33;68.05.35

DOI: 10.51886/1999-740X_2026_1_5

А. Ахатов¹, В.Б. Нурматова^{1*}, С.С. Буриев¹**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА СКОРОСТЬ И СТЕПЕНЬ ПРОЦЕССА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ БАССЕЙНА РЕКИ КАШКАДАРЬЯ В УЗБЕКИСТАНЕ**

*¹Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий при Центрально-Азиатском университете изучения окружающей среды и изменения климата (Green University) и Национальном комитете экологии и изменения климата Республики Узбекистан, 100043, Ташкент, пр. Бунёдкор, 7, а, Узбекистан, *e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Аннотация. Изучение скорости почвообразования важно для оценки плодородия почв, прогнозирования изменений в почвенном покрове и разработки методов управления почвенными ресурсами. Скорость процесса почвообразования изучена на территориях с различными биоклиматическими условиями и почвенным покровом в бассейне реки Кашкадарья, Узбекистан. Объектами исследования были целинные почвы вертикальной зональности от пустынного до высокогорных поясов – серо-бурая пустынная почва, такырная почва, типичный серозем, горная коричневая почва, светло-бурая лугово-степная высокогорная почва. Вследствие разнообразия почвообразующих материнских пород, смены биоклиматических и высотных поясов, а также процессов внутрпочвенного выветривания, в почвах наблюдались колебания исходных показателей - энергии кристаллической решетки, содержание аморфного железа и минерала каолинита, и, как следствие, изменение степени скорости процесса почвообразования. Последовательность увеличения степени скорости процесса почвообразования в изученных почвах следующая: такырная почва – типичный серозем – светло-бурая лугово-степная почва – горная коричневая почва – серо-бурая пустынная почва. Углубленное исследование почвообразовательных процессов в биоценозах необходимо для формирования стратегий повышения почвенного плодородия и оптимизации землепользования.

Ключевые слова: почвообразование, выветривание, осадки, испаряемость, энергия, аморфное железо, каолинит.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное потепление оказывает значительное влияние на изменение климата [1], что, в свою очередь, влияет на различные экосистемы и в частности на динамику растительности. Однако, когда речь заходит о почвенном покрове, то прогнозов и исследований, связанных с влиянием глобального потепления, не так много. Это связано прежде всего с тем, что почва представляет собой сложное образование, формирующееся на протяжении длительного времени и подверженное множеству факторов, включая температуру, осадки, состав горных пород, микроорганизмы и т.д. Изменение одного из этих факторов, например, температуры,

может повлечь за собой сложные и зачастую непредсказуемые изменения в почве. Поэтому, хотя и имеется понимание, что глобальное потепление оказывает влияние на почвенный покров, точные и конкретные прогнозы, подобные тем, что существуют для растительности, пока отсутствуют. Однако, имеющиеся обширные материалы по антропогенному почвообразованию, с учетом естественной эволюции почв, позволяют дать оценку направленности и степени проявления почвообразовательного процесса при изменении биоклиматических условий среды [2-8].

Известно, что под факторами почвообразования понимают элементы природной среды, под влиянием кото-

рых образуются почвы. Основоположник почвоведения В.В. Докучаев заложил основы учения о факторах почвообразования. Он первым установил, что формирование почвы тесно связано с физико-географической средой и выделил пять факторов почвообразования – климат, почвообразующие породы, живые и отмершие организмы, возраст и рельеф местности [9]. В современном почвоведении к перечисленным факторам добавляют хозяйственную деятельность человека, грунтовые воды. Наибольшую нагрузку испытывают почвы в агроландшафтах и возникает проблема – как оценить потенциальную способность природной среды к самовосстановлению.

Изучение скорости почвообразования важно, как в науке, так и в практике, поскольку оно позволяет понять, как быстро формируется почва и какие факторы на это влияют. Это знание может быть использовано для оценки плодородия почв, прогнозирования изменений в почвенном покрове и разработки методов управления почвенными ресурсами. Скорость почвообразования играет важную роль при определении типов почв, подтипов, признаков засухи и опустынивания, степени окультуривания почв, в генетическом происхождении и эволюции почв. Почва - это сложная динамичная система, где происходят постоянные процессы обмена энергией и веществами, что изменяет сам процесс почвообразования. Поэтому, с точки зрения генетического почвоведения, мониторинг скорости почвообразования является одним из ключевых направлений исследований.

Климатические условия Узбекистана отличаются резкой континентальностью - резкие перепады температур, низкое годовое количество осадков и высокая испаряемость. Причинами дефицита водных ресурсов Узбекистана являются неравномерность распределения поверхностных вод по территории

страны, достаточно большой разброс значительных временных колебаний стока рек по годам и сезонам, значительный объем использования стока трансграничных рек сопредельными государствами, чрезмерное безвозвратное водопотребление на орошение и потери воды. В годы, когда наблюдаются гидрологическая, почвенная, атмосферная засухи, ситуация с водными ресурсами приобретает критический характер [10, 11]. Устойчивое развитие страны требует рационального использования ограниченных ресурсов пресной воды, запасы которой в основном сосредоточены в бассейнах рек Амударья и Сырдарья. Прогнозируемые темпы потепления, согласно выводам МГЭИК, будут беспрецедентными в ближайшие 100 лет [1, 11-13]. В меняющихся климатических условиях особый интерес вызывает изменение процесса почвообразования и неизбежный переход одних типов почв в другие.

Несмотря на количество проведенных исследований, посвященных изучению содержания элементов, их запасов, влияния различных факторов на динамику в почвах [6-11], тематика почвообразования остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе [12]. Особенный интерес вызывает проблема истощения почв, используемых в сельском хозяйстве и широко распространенных в Узбекистане, составляющих значительную долю земельного фонда страны. Целью настоящего исследования является изучение скорости почвообразования пяти типов почв бассейна реки Кашкадарья (Кашкадарьинский вилоят, Узбекистан) в различных биоклиматических условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в период 2023-2025 гг. В качестве объекта исследования выбраны 5 типов почв бассейна реки Кашкадарья, Кашкадарьинский вилоят, Узбекистан (таблица 1).

Таблица 1 - Географическое положение ключевых почвенных разрезов

Название почвы	Координаты		Абс. выс., м	Географическое привязка разреза
	широта	долгота		
Серо-бурая пустынная	38°51'52'' с.ш.	65°04'19'' в.д.	294	К востоку от города Yangi-Mirishkor
Такырная	38°52'12'' с.ш.	65°07'29'' в.д.	304	К востоку от города Yangi-Mirishkor
Типичный серозем	38°58'44'' с.ш.	66°59'47'' в.д.	579	Предгорья Гиссарского хребта, северный макросклон, на юг от поселка Bay-Kurgan
Горная коричневая	38°53'38'' с.ш.	67°16'08'' в.д.	1723	Гиссарский хребет, северный макросклон, в среднем течении реки Tankhizydaɣa, склон восточной экспозиции
Светло-бурая лугово-степная высокогорная	38°52'38'' с.ш.	67°17'39'' в.д.	2050	Гиссарский хребет, северный макросклон, в верхнем течении реки Tankhizydaɣa, склон восточной экспозиции

Выбор объектов исследования осуществлен с учётом особенностей почвенного покрова и структуры вертикальной поясности бассейна реки Кашкадарья. Профиль заложен от равнинных территорий через предгорья к горным и высокогорным биоклиматическим поясам. Он включает разрезы основных целинных почв региона: Пустынная зона - серо-бурая супесчаная почва на пролювиальных отложениях и такырная тяжёлосуглинистая почва на аллювиальных отложениях; Предгорье - типичный серозём среднесуглинистый на лёссах; Горная зона - горная коричневая среднесуглинистая почва на лёссах; Высокогорная зона - светло-бурая лугово-степная тяжёлосуглинистая почва на лёссовидных суглинках.

В задачи исследования входило полевое изучение морфологических профилей различных почв, отбор почвенных образцов, лабораторно-анали-

тические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками [16]. В образцах определяли гумус по методу И.В. Тюрина [17]; илистые фракции выделяли с помощью центрифугирования по методу М.Ш. Шаймухаметова и К.А. Ворониной [18]. Содержание карбонатов определяли ацидиметрическим методом [16]; энергия кристаллической решетки по В.Р. Волобуеву [19]; аморфное железо (Fe₂O₃) определялось методом Мера-Джексона [20, 21]; каолинит определяли по методике Н.И Горбунова [22].

При количественной оценке интенсивности процессов выветривания и почвообразования особое значение имеет корректный выбор исходных показателей, отражающих направленность и глубину трансформации минерального вещества. В настоящем исследовании

довании в качестве базовых исходных величин были использованы: энергия кристаллической решётки, содержание аморфного железа, а также количество каолинита в верхних слоях почвы и в материнской породе. Нормирование выбранных величин осуществлялось путём сопоставления значений показателей в верхнем слое почвы с их аналогами в материнской породе. Такой подход позволяет исключить влияние литологической неоднородности и выявить относительную степень трансформации минерального вещества. На основе нормированных значений энергии кристаллической решётки, содержания аморфного железа и количества каолинита был рассчитан коэффициент выветривания (К), отражающий скорость и интенсивность почвообразовательного процесса.

Расчет коэффициента выветривания выполнен по формуле (1):

$$K = \frac{E_T F_T K_T}{E_0 F_0 K_0} \quad (1)$$

где: К – коэффициент выветривания;

E_T – энергия кристаллической решетки в верхних слоях почвы, kcal/g;

E_0 – энергия кристаллической решетки материнской породы, kcal/g;

F_T – аморфное железо в верхнем слое почв, %;

F_0 – аморфное железо в материнской породе, %;

K_T – количество каолинита в верхнем слое почвы, %;

K_0 – количество каолинита в материнской породе, %.

Формула (1) представляет собой мультипликативную модель, в которой каждая из исходных величин используется в нормированном виде — как отношение значения показателя в почвенном горизонте к его значению в материнской породе. Такой подход позволяет оценить относительную степень трансформации минерального

вещества, исключая влияние исходных литологических различий.

Отношение E_T/E_0 отражает изменение энергетического состояния кристаллических решёток минералов в процессе почвообразования и характеризует степень внутреннего выветривания и перестройки минеральных структур.

Отношение F_T/F_0 служит показателем интенсивности химического выветривания, связанного с высвобождением и накоплением аморфных форм железа в почвенных горизонтах.

Отношение K_T/K_0 характеризует степень развития вторичных глинистых минералов и отражает глубину почвообразовательных процессов, поскольку каолинит практически отсутствует в материнской породе и формируется преимущественно в результате длительного выветривания первичных минералов.

Таким образом, коэффициент выветривания К является интегральным показателем, позволяющим количественно оценивать скорость и интенсивность почвообразования в различных природных условиях и типах почв.

По результатам расчета коэффициента выветривания в почве определялась степень скорости процесса почвообразования в различных природных условиях и различных почвенных типах, как: <1 – медленный; ≥ 1-3 – средний; >3-5 – интенсивный; >5 – очень интенсивный.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Кашкадарьинский почвенный округ занимает бассейн реки Кашкадарья в пределах одноименного вилоята. Ограничен с северо-востока и юго-востока Зарафшанским и Гиссарским хребтами. Округ открыт на запад и юг к пустыне Кызылкум и включает в равнинной части ее южную подзону.

Отобранные для исследования почвы отличаются историей развития,

связанной с геологией и геоморфологическим строением местности и антропогенным воздействием на них, также зональным положением, климатическими условиями, растительностью, рельефом, характером почвообразующих пород.

Серо-бурая почва (по классификации WRB - Gypsic Calcisols [14]) относится к автоморфным почвам пустынной зоны, приуроченным к относительно древним поверхностям - останцовым плато, древним конусам выноса, речным террасам и дельтам. Почвообразующими породами служат элювий третичных и меловых песчаников, глин, мергелей, известняков, а также древние пролювиальные и аллювиальные отложения, отличающиеся широким распространением скелетности. Формирование происходит в условиях сухого резко континентального климата под пустынной растительностью.

Эти почвы характеризуются низким содержанием гумуса и значительным накоплением карбонатов кальция, гипса и легкорастворимых солей. В маломощном (<1 м) профиле выделяются: тонкая поверхностная корка, светло-серый слоистый подкорковый горизонт, бурый уплотнённый (часто солонцеватый) горизонт, аккумулятивно-карбонатный и гипсовый горизонты (нередко обогащённые водорастворимыми солями). Максимальное содержание карбонатов кальция приурочено к верхней части профиля. Реакция почв щелочная. Для этих почв характерно распространение эфемероидной растительности [15].

Такырная почва (по классификации WRB - Clayic Haplic Solonchaks или Endosalic Haplic Solonchaks [14]), в зависимости от степени засоления представляет собой элювиальное почвенное образование, сформировавшееся на древнеаллювиальных и проаллювиальных равнинах пустынной зоны. Основные районы её распространения в

Узбекистане - дельты Амударьи и Кашкадарьи.

Наиболее характерная форма залегания такырных почв - комплексы с такырами и остаточными солончаками, встречающиеся под саксаульниками и разреженной полынно-солянковой растительностью с эфемерами. Для них характерно низкое содержание гумуса (менее 1% в верхних горизонтах), слабощелочная реакция среды и бедность подвижными формами фосфора. Особенностью является наличие карбонатов только в поверхностных горизонтах при отсутствии выраженного карбонатного горизонта [15].

Типичный серозём (по классификации WRB - Calcisols [14]) распространён в областях контакта горных сооружений Тянь-Шаня и Памиро-Аллая с равнинами Туранской низменности. Формируясь в условиях, испытывающих влияние горной страны, серозёмы относятся к почвам вертикальной зональности и образуют нижний отдел туранской почвенно-климатической поясности. В Узбекистане, наиболее крупные массивы серозема занимают невысокие отроги горных хребтов, адыры (предгорья) и подгорные пролювиальные равнины, опускаясь на верхние речные террасы. Сероземы распространены на склонах предгорий в пределах высот от 250–400 м до 1300 м. В этих границах сероземный пояс совпадает с аридным климатическим поясом Турана и зоной эфемерово-эфемероидной растительности. Почвообразующими породами служат рыхлые отложения четвертичного возраста - лёссы, а также лёссовидные, менее отсортированные и маломощные пролювиальные наносы; значительно реже серозём формируется на элювии коренных горных пород. Развитие происходит под разнотравно-осочковомытликковым растительным покровом с участием многих видов длительно вегетирующих растений [15].

Горные коричневые почвы (по классификации WRB - Cambisols и Kastanozems, наиболее эродированные варианты - Leptosols [14]) распространены в горах Узбекистана, занимают склоны различной крутизны и экспозиции на высотах от 800–1800 м (иногда до 2500 м). Почвообразующими породами служат делювиальные и лесовидные суглинки, а также карбонатные породы. Эти почвы формируют выраженный пояс: в нижней части выделяется подтип коричневых слабо выщелоченных почв, в верхней - подтип коричневых типичных. Горные коричневые почвы подвержены эрозии, вследствие чего часто встречаются их разновидности с различной степенью эродированности. Типичный профиль коричневых почв характеризуется большой мощностью, хорошо дифференцирован на гумусово-аккумулятивный, метаморфический (срединный) и карбонатно-иллювиальный горизонты. Гумусово-аккумулятивный горизонт имеет серую или темно-серую окраску с коричневым оттенком, суглинистый состав, комковато-зернистую структуру, насыщен корнями растений (дернина), вскипают от 10% соляной кислоты с поверхности. Срединный горизонт отличается коричневой окраской, глинистым гранулометрическим составом, ореховато-комковатой структурой. Карбонатный горизонт хорошо диагностируется по белесой окраске, уплотнен, содержит обильные новообразования вторичных карбонатов (белоглазка, пропитка, псевдомицелий). У сильноэродированных коричневых почв профиль нарушен до карбонатного горизонта. У средне- и слабоэродированных почв верхняя часть профиля фрагментарна, дифференциация на горизонты слабо выражена [15].

Светло-бурая лугово-степная высокогорная почва (по классификации WRB - Leptic Umbrisols [14]) является

основным почвенным типом высокогорий. Она распространена на водоразделах и прилегающих к ним частях склонов в горных системах Западного Тянь-Шаня, Зарафшанского и Гиссарского хребтов. Нижняя граница светло-бурых лугово-степных почв значительно разнится по абсолютной высоте по отдельным хребтам от 1800 до 2800 м. Материнская порода - маломощные элювии и делювии. Эти почвы развиваются под низкотравной растительностью. Почвенный профиль короткий, но гумусовый горизонт довольно мощный (25-27 см) с рыхлой дерниной (около 10 см), буровато-серый малоструктурный порошисто-комковатый; переходный горизонт бескарбонатный, комковатый; элювий почвообразующих пород выщелочен от солей и карбонатов. По гранулометрическому составу эти почвы среднесуглинистые с большим содержанием фракций песка или крупной пыли, что зависит от характера материнской породы. Несмотря на светлую окраску, содержание органического вещества до 7% [15].

Климат региона субтропический, сухой, резкоконтинентальный, которому свойственны большие амплитуды температур воздуха при резко выраженной периодичности выпадения атмосферных осадков с приуроченностью к зимне-весеннему периоду. Абсолютный температурный максимум +45°C, абсолютный минимум -30°C. Суммарная радиация в горах до 7000 МДж/м². Количество осадков варьирует от 80 до 200 мм на равнине и до 1000 мм в горах. Зимы теплые, короткие, с незначительным и неустойчивым снежным покровом. Весна - короткая и ранняя: в апреле устанавливается теплая погода, в мае наступает летний период. Лето - долгое, жаркое, безоблачное, сухое и пыльное. Самый жаркий месяц - июль, иногда август. Максимальная температура воздуха достигает 50°C. Осень нас-

тупает в сентябре: начинают выпадать дожди, температура воздуха понижается, с конца октября возможны заморозки. В Кашкадарьинском округе представлены все типы пустынных почв и полный ряд высотных почвенных поясов Туранской равнины.

Почвы пустынных регионов подвержены ветровой эрозии, для почв предгорных и горных регионов более свойственна водная эрозия. Проведенные исследования показали, что общее содержание гумуса в верхнем горизонте изученных почв варьирует от 0,54 до 6,3%, с уменьшением сверху вниз по профилю (таблица 2). В целом, изученные почвы относятся к категории средней и слабой степени эродированности и содержат от 2 до 5% гумуса. Вертикальное распределение гумуса в изученных почвах относится к регрессивно-аккумулятивному типу [23]. Максимальное количество органического вещества сосредоточено в верхнем слое мощностью 0-80 см, при этом на глубине около 1 м содержание гумуса близко к 1%.

Как известно, органический ($C_{орг}$) и неорганический ($C_{карб}$) углерод составляют единый пул углерода в почве. В засушливых регионах доля $C_{карб}$ часто преобладает. В более гумидных почвах, в верхней выщелачиваемой толще его доля ниже, а с глубиной количество увеличивается, что также может быть обусловлено влиянием карбонатных почвообразующих пород [24]. В изученных нами почвах оценка содержания органического и неорганического углерода показала, что содержание органического углерода от 0,08 до 3,85 %, неорганического - 0,25-4,47% (таблица 2), при этом, вертикальный профиль $C_{карб}$ повторяет общее распределение

карбонатов по глубине. Почвы серо-бурые, такырные и серозёмы карбонатные и среднекарбонатные, выщелоченные, с неясным накоплением в средней части профиля; горная коричневая почва и светло-бурая лугово-степная слабокар-бонатны, слабо выщелочены, в поверхностном горизонте содержание карбонатов выше 1% (таблица 2).

Гранулометрический состав изученных почв различный. Серо-бурая пустынная-супесчаная, такырная почва -тяжелосуглинистая, типичные сероземы и горная коричневая - среднесуглинистые, светло-бурая, лугово-степная -тяжелосуглинистые. Вертикальное распределение частиц различного размера относительно равномерное, с неясно выраженным накоплением в средней части профиля, что может быть объяснено иллювиальными процессами. Илистая фракция в почвах представляет собой важное депо органического вещества, где органоминеральные взаимодействия обуславливают сосредоточение большого количества $C_{орг}$, и ее доля в изученных почвах варьирует от 6,0 до 32,4% (таблица 2). Содержание физической глины (частицы размером менее 0,01 мм), неравномерное от 7,9 до 76,8 %.

В исследуемом регионе, северо-восточные и юго-восточные склоны Зарафшанского и Гиссарского хребтов, простираются в сторону равнинной пустынной части, то есть охватывают территории от высокогорья до пустыни с различной скоростью процесса почвообразования, на который влияют рельеф местности, осадки, температура, испарение и особенно содержание органического углерода (таблица 3).

Таблица 2 - Содержание углерода, гумуса, карбонатов в почвах Кашкадарьинского вилоята Узбекистана

Глубина, см	Гумус, %	CO ₂ карбонатов, %	Содержание углерода в почве, %		Содержание фракции, мм, %			Содержание физической глины <0,01 мм, %	
			S _{орг}	S _{карб} *	S _{общ}	0,01 - 0,005	0,005-0,001		<0,001
Пустынная зона, почва серо-бурая, супесчаная на пролювиальных отложениях									
0-7	0,54	7,99	0,31	2,18	2,49	5,0	6,8	8,2	20,0
7-28	0,39	7,76	0,23	2,12	2,42	3,5	8,2	14,8	26,5
70-90	0,19	9,11	0,11	2,48	2,71	1,1	0,8	6,0	7,9
Пустынная зона, почва такырная, тяжелосуглинистая на аллювиальных отложениях									
0-13	0,72	7,34	0,42	2,00	2,42	5,2	23,9	32,4	61,5
55-76	0,25	8,86	0,15	2,42	2,57	6,7	12,4	12,1	31,2
160-190	0,13	9,94	0,08	2,71	2,79	17,9	28,3	28,3	76,8
Предгорье, почва типичный серозем, среднесуглинистый на лёссах									
0-5	2,67	6,71	1,55	1,83	3,38	12,7	13,7	8,7	35,1
25-40	1,45	10,36	0,84	2,83	3,67	14,6	14,7	14,7	43,8
230-250	0,50	9,50	0,29	2,59	2,88	14,2	9,2	9,2	32,6
Горная зона, почва горная коричневая, среднесуглинистая на лёссах									
0-6	4,97	1,10	2,88	0,30	3,18	14,4	16,3	10,6	41,3
60-80	1,95	0,88	1,13	0,24	1,37	12,9	15,4	16,6	44,9
240-250	0,38	16,39	0,22	4,47	4,64	12,5	19,5	13,2	45,2
Высокогорная зона, почва светло-бурая лугово-степная, тяжелосуглинистая на лёссовидных суглинках									
0-12	6,63	0,92	3,85	0,25	4,10	17,8	19,6	8,5	45,9
40-60	2,95	1,10	1,71	0,30	2,01	18,3	21,3	12,4	52,0
200-220	0,38	2,82	0,22	0,77	0,99	15,0	17,0	20,1	52,1

Примечание. * углерод карбонатов (неорганический).

Годовое количество осадков увеличивается с высотой от 125 мм/год в пустынной зоне до 995 мм в высокогорье (таблица 3). Годовая испаряемость, напротив уменьшается с высотой от 2119 мм/год в пустынной части до 1345 мм/год в высокогорье. Обширный регион Туранской равнины, куда входит и исследуемая территория, имеет сложный характер атмосферной циркуляции, что обуславливает здесь появление центра формирования засух, неблагоприятных сочетаний тепла и влаги. В период засухи существенно увеличивается испарение с поверхности не только водоёмов, но и почв орошаемых земель, пастбищ, усиливается

транспирация растений. Регулярное повторение таких явлений приводит к концентрации солей в почвах, повышению минерализации грунтовых вод, иссушению верхнего слоя почв. Наиболее подвержены высокому испарению серо-бурые пустынные почвы и такырные почвы, которые формируют так называемые такыры - форма рельефа, образуемая при высыхании засоленных почв в пустынях и полупустынях.

Годовое количество дней с температурой более +10 градусов, также как испаряемость, уменьшается с высотой от 5423 дней в пустынях и до 3000 в высокогорье (таблица 3).

Таблица 3 - Изменение потерь органического углерода в зависимости от климатических показателей

Глубина, см	Годовое кол-во осадков, мм (A)	Годовое кол-во испаряемости, мм (B)	Годовая сумма t ⁰ более +10 °C	Содержание органического углерода в почве, % (C)	Отношение светло-бурой лугово-степной высокогорной почвы к органическому углероду в типах почв, %	Отношение	
						A/B	A/C
Пустынная зона, почва серо-бурая, супесчаная на пролювиальных отложениях							
0-7	125	2119	5423	0,31	8,05	0,06	403,2
7-28				0,23	13,45		543,5
70-90				0,11	50,00		1136
Пустынная зона, почва такырная, тяжелосуглинистая на аллювиальных отложениях							
0-13	164	2100	5015	0,42	10,91	0,08	390,5
55-76				0,15	8,77		1093
160-190				0,08	36,36		2050
Предгорье, почва типичный серозем, среднесуглинистый на лёссах							
0-6	327	1912	4978	1,55	40,26	0,17	212
60-80				0,84	49,12		383
240-250				0,29	132,00		1128
Горная зона, почва горная коричневая, среднесуглинистая на лёссах							
0-6	545	1713	4737	2,88	74,81	0,31	189,2
60-80				1,13	66,08		482,3
240-250				0,22	100,00		2477
Высокогорная зона, почва светло-бурая лугово-степная, тяжелосуглинистая на лёссовидных суглинках							
0-12	995	1345	3000	3,85	100,0	0,74	258,4
40-60				1,71	100,0		582,0
200-220				0,22	100,0		4589

Почвенные условия изучаемого региона достаточно разнообразны. По содержанию органического углерода (до 4% в верхнем слое почвы), выделяется светло-бурая лугово-степная высокогорная почва как наиболее благоприятная для роста и развития растений (таблица 3). По отношению светло-бурой лугово-степной высокогорной почвы к органическому углероду к другим типам почв составляет 100%. На этот показатель прямое влияние оказывают географическое положение региона, количество атмосферных осадков, годовая сумма температур. В результате можно проследить, как изменяется содержание органического углерода и отношение светло-бурой лугово-степной высокогорной почвы к органическому углероду в изученных типах почв – от 0,31% серо-бурой пустынной почвы до 100% у светло-бурых-лугово-степных высокогорных почв.

Оценка соотношения годового количества осадков с годовыми показателями испаряемости и содержанием органического углерода выявила следующие закономерности. Отношение осадков к испаряемости (A/B) отражает водный режим почв и коэффициент увлажнения, демонстрируя рост значений по направлению от равнин к высокогорью - от 0,06 до 0,74, с заметным увеличением от серозёмов. В равнинном пустынном регионе испаряемость примерно в 13 раз превышает количество атмосферных осадков. Отношение осадков к содержанию органического углерода (A/C) характеризует процессы накопления гуминовых и фульвокислот; данные таблицы наглядно демонстрируют увеличение показателя по мере приближения к материнской породе. Увеличение количества осадков способствует развитию растительного покрова, что, в свою очередь, ведёт к росту содержания органического углерода в почве и напрямую влияет на скорость почвообразования.

Напротив, усиление испарения вызывает снижение содержания органического углерода, сопровождающееся сокращением растительного покрова.

Вследствие разнообразия почвообразующих материнских пород изученных почв, смены биоклиматических и высотных поясов, в изученных почвах наблюдались колебания энергии кристаллической решетки, содержания аморфного железа и минерала каолинита. Это в свою очередь привело к изменению коэффициента выветривания и скорости процесса почвообразования (таблица 4).

В изученных почвах показатели энергии кристаллической решетки практически одинаковы: в верхнем горизонте они варьируют от 4188 kcal/g до 4269 kcal/g. В зависимости от накопления частиц различного размера в почвах и процесса внутрисочвенного выветривания, содержание энергии может как уменьшаться, так и увеличиваться по направлению к материнской породе. Выделяются типичный серозём и горная коричневая почва, где заметно накопление энергии в материнской породе от 4407 до 4497 kcal/g, что вероятно связано с их общим образованием на лёссах. Аморфное железо (Fe_2O_3) выделяется в процессе образования почвы и распада минералов. Его содержание в верхнем горизонте варьирует от 0,22 до 0,68 %, с заметным уменьшением сверху вниз по профилю, что связано с процессом внутрисочвенного выветривания (in situ). Содержание каолинита в почвах варьирует как по профилю, так и по его количеству. Меньше всего его содержится в серо-бурой пустынной почве 1,46 %, наибольшее в такырной почве – от 3,76 % в верхнем слое и до 4,34 % в материнской породе. Сформированные на лёссах типичный серозём и горная коричневая почва, показывают одинаковые значения накоплений каолинита в средней части профиля – 2,19 %.

Таблица 4 - Интенсивность степени скорости процесса почвообразования

Глубина, см	Энергия, kcal/g (E)	Аморфное железо, Fe ₂ O ₃ , % (F)	Каолинит, % (K)	Множитель $E \times F \times K$	$K = \frac{E_T F_T K_T}{E_O F_O K_O}$	Коэффициент выветривания	Степень процесса почвообразования
Пустынная зона, почва серо-бурая супесчаная на пролювиальных отложениях							
0-7	4188	0,22	1,46	1345,19	10,51	4,39	> 5
7-28	4161	0,26	1,73	1871,62	14,62	5,09	> 5
70-90	4184	0,09	0,34	128,03			
Пустынная зона, почва такырная тяжелосуглинистая на аллювиальных отложениях							
0-13	4190	0,47	3,76	7404,57	0,96	0,87	<1
55-76	3892	0,35	2,94	4004,87	0,52	0,68	<1
60-190	4136	0,43	4,34	7718,60			
Предгорье, почва типичный серозём, средне-суглинистый на лёссах							
0-5	4214	0,29	1,25	1557,58	1,31	0,82	≥ 1-3
25-40	4205	0,26	2,19	2394,33	2,05	1,43	≥ 1-3
230-250	4497	0,17	1,53	1164,67			
Горная зона, почва горная коричневая, средне-суглинистая на лёссах							
0-6	4253	0,45	1,98	3789,42	3,56	1,48	>3-5
60-80	4239	0,42	2,19	3899,03	3,67	1,63	>3-5
240-250	4407	0,18	1,34	1062,97			
Высокогорная зона, почва светло-бурая лугово-степная, тяжелосуглинистая на лёссовидных суглинках							
0-12	4269	0,68	1,66	4818,85	2,30	1,24	≥ 1-3
40-60	4269	0,49	1,44	3012,21	1,44	1,07	≥ 1-3
200-220	4213	0,37	1,34	2088,81			
Примечание: <1 – медленный; ≥ 1-3 – средний; >3-5 – интенсивный; > 5 – очень интенсивный							

В почвах пустынной зоны (серобурых и такырных), несмотря на сходные природные условия, направления процесса почвообразования противоположны, что определяется различием гранулометрического состава и количеством коллоидных частиц.

Интенсивность коэффициента выветривания (4,39–5,09) и скорости почвообразования (10,51–14,6) в серобурых почвах обусловлена легким гранулометрическим составом и активным протеканием физических и физико-химических процессов разложения крупных частиц. Особенно выраженные процессы выветривания наблюдаются в нижнем метаморфическом слое (7–28 см), что свидетельствует об более высокой активности почвообразования *in situ* [25]. В этом горизонте происходит активная

трансформация минералов, сопровождающаяся выделением воды при переходе минералов из одного структурного состояния в другое. Высвобождающаяся вода, накапливаясь в почвенном профиле, способствует ускорению внутренних процессов выветривания. Источником влаги в данном случае являются не только атмосферные осадки, но и внутрипочвенные химические реакции. Так, например, при разложении гидрокарбоната кальция происходит образование воды по реакции:



Образующаяся в ходе подобных реакций, вода играет важную роль в активизации химического и физико-химического выветривания, усиливая процессы трансформации минерального вещества в почвенных горизонтах.

В такырной (тяжелой) почве процесс почвообразования протекает значительно медленнее (0,52–0,96), что связано с преобладанием мелких частиц над крупными. Здесь физические, химические и физико-химические процессы выветривания развиваются медленно, и в целом почвообразование осуществляется в течение длительного времени. В почвах предгорной зоны - типичном серозёме отмечаются средние значения коэффициента выветривания (0,82-1,43) и скорости почвообразования (в верхнем слое - 1,31 и в нижнем - 2,05). Эти показатели объясняются быстрой потерей почвенного материала. В горных коричневых почвах процесс идет относительно быстрее, чем в почвах зон предгорий и высокогорий от 3,56 до 3,67. Зона высокогорья оказалась наиболее оптимальной по условиям для протекания почвенных процессов - наибольшее количество осадков, наименьшая испаряемость и наибольшее содержание $C_{орг}$, но несмотря на это коэффициент выветривания (до 1,24) и скорость процесса почвообразования несколько снижена (1,44-2,30). Это может быть объяснено более мягкими биоклиматическими условиями, иным гранулометрическим составом и малым количеством коллоидных частиц.

Наши исследования показали, что скорость процесса почвообразования обусловлена воздействием на почву комплекса показателей, таких как, изменение рельефа местности, климатических условий, характера почвообразующих материнских пород, гранулометрического состава почвы, содержания органического углерода, процесса внутрипочвенного выветривания и др. Изучаемая территория охватывала природные зоны от пустыни до высокогорья, с различной скоростью процесса почвообразования. Протекающие в различных условиях процессы гумусообразования способствовали накоплению в верхнем горизонте почв от 0,54 до

6,3% гумуса и отмечается различная гумусированность профиля и как следствие, различное состояние растительного покрова. Основные показатели коэффициента выветривания и скорости процесса почвообразования - состояние энергии кристаллической решетки, показатели аморфного железа и каолинита уменьшаются или увеличиваются по направлению к материнской породе в зависимости от накопления частиц различного размера в почвах и процесса выветривания. Исходя из полученных результатов, в изученных нами почвах, последовательность увеличения скорости процесса почвообразования можно выразить следующим образом: такырная почва - типичный серозём - светло-бурая лугово-степная почва - горная коричневая почва - серо-бурая пустынная почва. Медленное течение процесса почвообразования в такырной почве обусловлено преобладанием мелких частиц над крупными и медленным течением физических, химических, физико-химических процессов выветривания. Результаты, полученные для серо-бурых пустынных почв, не в полной мере согласуются с общепринятыми представлениями о характере почвообразования в аридных условиях, где данные процессы традиционно рассматриваются как замедленные. Выявленная относительная интенсивность почвообразовательных процессов, по-видимому, обусловлена рядом специфических факторов. Можно предположить, что одной из основных причин является лёгкий гранулометрический состав серо-бурых почв, способствующий интенсификации физических и физико-химических процессов. В ходе трансформации минерального вещества при переходе минералов из одного структурного состояния в другое происходит выделение воды, которая, накапливаясь в почвенном профиле, способствует ускорению внутренних процессов выветривания.

Таким образом, даже в условиях ограниченного внешнего увлажнения формируются предпосылки для активизации почвообразовательных процессов за счёт внутрипочвенных механизмов. Вместе с тем выявленный эффект не может рассматриваться как окончательно установленный и, несомненно, требует дальнейшего детального изучения с привлечением дополнительных экспериментальных данных и расширения спектра исследуемых показателей.

ВЫВОДЫ

1. Скорость почвообразовательных процессов определяется совокупным воздействием природных факторов, включая климат, рельеф, почвообразующие породы, гранулометрический состав почв, содержание органического углерода и интенсивность внутрипочвенного выветривания, что обуславливает значительную пространственную дифференциацию почв от пустынных до высокогорных зон.

2. Показатели коэффициента выветривания (энергия кристаллической

решётки, содержание аморфного железа и количество каолинита) закономерно изменяются по почвенному профилю и отражают различную степень трансформации минерального вещества и интенсивность процессов почвообразования в исследуемых типах почв.

3. Установлена последовательность увеличения скорости почвообразовательных процессов: такырная почва → типичный серозём → светло-бурая лугово-степная почва → горная коричневая почва → серо-бурая пустынная почва. Показано, что относительно высокая интенсивность почвообразовательных процессов в серо-бурых пустынных почвах, не полностью согласующаяся с традиционными представлениями об аридных условиях, вероятно, обусловлена лёгким гранулометрическим составом и активным протеканием физических и физико-химических процессов, сопровождающихся внутрипочвенным образованием воды; данный вывод требует дальнейшего углублённого изучения.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования, рассмотренные в этой рукописи, были проведены при финансовой поддержке Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia // *Ecological Indicators*. – 2020. – Vol. 116. – P. 106490. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490>
2. Rosenzweig C., Hillel D. Soils and global climate change: Challenges and opportunities // *Soil science*. – 2000. – Vol. 165, № 1. – P. 47-56. - DOI: [10.1097/00010694-200001000-00007](https://doi.org/10.1097/00010694-200001000-00007)
3. Gelybó G., Tóth E., Farkas C., Horel Á., Kása I., Bakacsi Z. Potential impacts of climate change on soil properties // *Agrokémia és Talajtan*. – 2018. – Vol. 67, № 1. – P. 121-141. - DOI: [10.1556/0088.2018.67.1.9](https://doi.org/10.1556/0088.2018.67.1.9)
4. Liu Y. et al. Dynamic Monitoring of Ecological Environmental Quality in Arid and Semi-Arid Regions: Disparities Among Central Asian Countries and Analysis of Key Driving Factors // *Remote Sensing*. – 2025. – T. 17. – №. 11. – P. 1825. - DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17111825>.

5. Карабаев Н.А., Маматканов С.А., Бекболотов Ж.А., Ма С. Воздействие антропогенного фактора и глобального изменения климата на плодородие серозёмов Кыргызстана // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. КИ Скрябина. – 2014. - № 3. – С. 49-53.
6. Волокитин, М.П. Изменения в процессах почвообразования при глобальном изменении климата // Евразийский союз ученых. – 2019. – №10-2 (67).
7. Ергина Е.И., Артемова Е. А. Климатические и палеоклиматические факторы почвообразования на территории Крымского полуострова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2024. – № 3 (223). – С. 54-62.
8. Макаров О.А., Демидов В.В., Абдулханова Д.Р., Кубарев Е.Н. Особенности функционирования и развития почв // Агрохимический вестник. – 2025. – № 4. – С. 88-98.
9. Докучаев В.В. Место и роль современного почвообразования в науке и жизни. Избранные сочинение. Т.3. – М: Сельхозгиз, 1949. – 335 с.
10. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.
11. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – 132 с.
12. Climate change. The Physical Science Basis [Electronic resource] / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – 2021. – URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf.
13. Спекторман Т.Ю. Динамика показателей засушливости территории Узбекистана в связи с изменением климата // Оценка изменения климата по территории Республики Узбекистан, развитие методических положений оценки уязвимости природной среды. – Бюллетень № 5.–Ташкент: САНИГМИ, 2002. –С. 57-64.
14. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. - № 106. - Rome: FAO, 2014 (update 2015). – 181 p.
15. Генусов А.З., Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Классификация и диагностика почв Узбекистана // Генезис, география и мелиорация почв Узбекистана. – Ташкент, 1972. – С. 3–49.
16. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. – 440 с.
17. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: учение о почвенном гумусе. – М: Сельхозгиз, 1937. – 289 с.
18. Шаймухамедов М.Ш., Воронина К.А. Методика фракционирования органо-глинных комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг // Почвоведение. –1972. – № 8. – С. 134–138.
19. Волобуев В.Р. Опыт расчета энергии кристаллической решетки почвенных минералов // Почвоведение. – 1968. – № 4. – С. 89–93.
20. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М: МГУ, 1970. – 487 с.
21. Mehra O.P., Jackson M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buered with bicarbonate // Proc. 7th Nat. (U.S.) Conf. Clays and Clay Miner. – London: Pergamon Press, 1960. – P. 317–327 - DOI: <http://dx.doi.org/10.1346/CCMN.1958.0070122>.

22. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. – М: Наука, 1978. – 292 с.
23. Розанов Б.Г. Морфология почв. – М: МГУ, 1983. – 320 с.
24. Akhatov A., Nurmatova V., Usmonova B. The Influence of Slope Exposure, Profile Depth and Erosion Processes on Changes in the Content of Potassium, Phosphorus, and Humus in Brown Soils of Mountain Pastures of Uzbekistan // Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences. – 2024. – Vol. 34, № 2. – 224-234. - DOI: <https://doi.org/10.29133/yutbd.1393784>
25. Лобова Е.В. Почвы пустынной зоны СССР. – М: Наука, 1960. – 364с.

REFERENCES

1. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia // Ecological Indicators. – 2020. – Vol. 116. – P. 106490. - DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490>.
2. Rosenzweig C., Hillel D. Soils and global climate change: Challenges and opportunities. Soil science, – 2000. – Vol. 165, № 1. – P. 47-56. - DOI: 10.1097/00010694-200001000-00007.
3. Gelybó G., Tóth E., Farkas C., Horel Á., Kása I., Bakacsi Z. Potential impacts of climate change on soil properties // Agrokémia és Talajtan. – 2018. – Vol. 67, № 1. – P. 121-141. - DOI: 10.1556/0088.2018.67.1.9.
4. Liu Y. et al. Dynamic Monitoring of Ecological Environmental Quality in Arid and Semi-Arid Regions: Disparities Among Central Asian Countries and Analysis of Key Driving Factors // Remote Sensing. – 2025. – T. 17. – № 11. – P. 1825. - DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17111825>.
5. Karabaev N.A., Mamatkanov S.A., Bekbolotov Zh.A., Ma S. Vozdejstvie antropogennogo faktora i globalnogo izmeneniya klimata na plodorodie serozemov Kyr-gyzstana // Vestnik Kyr-gyzskogo nacionalnogo agrarnogo universiteta im. KI Skryabina. – 2014. - № 3. – S. 49-53.
6. Volokitin, M.P. Izmeneniya v processah pochvoobrazovaniya pri globalnom izmenenii klimata // Evrazijskij soyuz uchenyh. – 2019. – №10-2 (67).
7. Ergina E.I., Artemova E.A. Klimaticheskie i paleoklimaticheskie faktory pochvoobrazovaniya na territorii Krymskogo poluostrova // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. – 2024. – № 3 (223). – S. 54-62.
8. Makarov O.A., Demidov V.V., Abdulhanova D.R., Kubarev E. N. Osobennosti funkcionirovaniya i razvitiya pochv // Agrohimicheskij vestnik. – 2025. – №. 4. – S. 88-98.
9. Dokuchaev V.V. Mesto i rol sovremennogo pochvoobrazovaniya v nauke i zhizni. Izbrannye sochinenie. T.III. – Moskva: Selhozgiz, 1949. – 335 s.
10. Chub V.E. Izmenenie klimata i ego vliyanie na prirodno-resursnyj potencial Respubliki Uzbekistan. Tashkent: SANIGMI, 2000. – 252 s.
11. Chub V.E. Izmenenie klimata i ego vliyanie na gidrometeorologicheskie processy, agroklimaticheskie i vodnye resursy Respubliki Uzbekistan. – Tashkent: NIGMI, 2007. – 132 s.
12. Climate change. The Physical Science Basis [Electronic resource] / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – 2021. – URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf.
13. Spektorman T.Yu. Dinamika pokazatelej zasushlivosti territorii Uzbekistana v svyazi s izmeneniem klimata // Ocenka izmeneniya klimata po territorii Respubliki

Uzbekistan, razvitie metodicheskikh polozhenij ocenki uyazvimosti prirodnoj sredy. Byulleten № 5. – Tashkent: SANIGMI, 2002. – S. 57-64.

14. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports. - № 106. FAO, Rome, 2014 (update 2015). – 181 p.

15. Genusov A.Z., Gorbunov B.V., Kimberg N.V. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Uzbekistana // V kn.: Genezis, geografiya i melioratsiya pochv Uzbekistana. Tashkent, 1972. – S. 3–49.

16. Metody agrohimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polevykh hlopkovykh rajonah. – Tashkent: SoyuzNIHI, 1963. – 440 s.

17. Tyurin I.V. Organicheskoe veshstvo pochv i ego rol v pochvoobrazovanii i plodorodii: uchenie o pochvennom gumuse. – M: Selhozgiz, 1937. – 289 s.

18. Shajmuhamedov M.Sh., Voronina K.A. Metodika frakcionirovaniya organo-glinnykh kompleksov pochv s pomoshyu laboratornykh centrifug. // Pochvovedenie. – 1972. – № 8. – S. 134–138.

19. Volobuev V.R. Opyt rascheta energii kristallicheskoj reshetki pochvennykh mineralov // Pochvovedenie. – 1968. – № 4. – S. 89–93.

20. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M: MGU, 1970. – 487 s.

21. Mehra O.P., Jackson M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buered with bicarbonate // Proc. 7th Nat. (U.S.) Conf. Clays and Clay Miner. – London: Pergamon Press, 1960. – P. 317–327 - DOI: <http://dx.doi.org/10.1346/CCMN.1958.0070122>.

22. Gorbunov N.I. Mineralogiya i fizicheskaya himiya pochv. – M: Nauka, 1978. – 292 s.

23. Rozanov B.G. Morfologiya pochv. – M: MGU, 1983. – 320 s.

24. Akhatov A., Nurmatova V., Usmonova B. The Influence of Slope Exposure, Profile Depth and Erosion Processes on Changes in the Content of Potassium, Phosphorus, and Humus in Brown Soils of Mountain Pastures of Uzbekistan // Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences. – 2024. – Vol. 34, № 2. – P. 224-234. - DOI: <https://doi.org/10.29133/yuyutbd.1393784>.

25. Lobova E.V. Pochvy pustynnoj zony SSSR. – M: Nauka, 1960. – 364 s.

ТҮҮЙН

А. Ахатов¹, В. Нурматова^{1*}, С. Бөриев¹

ӨЗБЕКСТАНДАҒЫ ҚАШҚАДАРИЯ ӨЗЕНІ АЛАБЫНЫҢ ТОПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ҚАЛЫПТАСУ ПРОЦЕСІНІҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫ МЕН ДӘРЕЖЕСІНЕ БІРҚАТАР КӨРСЕТКІШТЕР КЕШЕНІНІҢ ӘСЕРІ

*¹Орталық Азия қоршаған орта және климаттың өзгеруі университетінің
(Жасыл университет) және Өзбекстан Республикасының Экология және
климаттың өзгеруі жөніндегі ұлттық комитетінің жанындағы Қоршаған орта
және табиғатты қорғау технологиялары ғылыми-зерттеу институты,*

100043, Ташкент, Бунёдкор даңғылы, 7а, Өзбекстан,

**e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Топырақ түзілу жылдамдығын зерттеу топырақ құнарлылығын бағалау, топырақ жамылғысындағы өзгерістерді болжау және топырақ ресурстарын басқару әдістерін әзірлеу үшін маңызды. Топырақ түзілу процесінің жылдамдығы Қашқадария өзені алабында (Өзбекстан) әртүрлі биоклиматтық жағдайлар мен топырақ жамылғысы бар

аумақтарда зерттелді. Зерттеу нысандары ретінде тік белдеулік бойынша шөлейттен биік таулы белдеулерге дейінгі тың топырақтар алынды: сұр-қоңыр шөл топырағы, тақыр топырағы, типтік сұр топырақ (серозем), таулы қоңыр топырақ, ашық-қоңыр шалғынды-дала биік таулы топырағы. Топырақ түзуші аналық жыныстардың әртүрлілігіне, биоклиматтық және биіктік белдеулердің ауысуына, топырақ ішіндегі үгілу процесіне байланысты топырақтарда бастапқы шамалардың - кристалдық тор энергиясының, аморфты темір мөлшерінің және каолинит минералының құрамының - ауытқуы байқалды, соның нәтижесінде топырақ түзілу процесінің жылдамдығының дәрежесі өзгерді. Зерттелген топырақтарда топырақ түзілу процесі жылдамдығының арту реті келесідей: тақыр топырақ – типтік сұр топырақ – ашық-қоңыр шалғынды-дала топырағы – таулы қоңыр топырақ – сұр-қоңыр шөл топырағы. Биоценоздардағы топырақ түзілу процестерін терең зерттеу топырақ құнарлылығын арттыру стратегияларын қалыптастыру және жер пайдалануды оңтайландыру үшін қажет.

Түйінді сөздер: топырақ түзілу, үгілу, жауын-шашын, булану, энергия, аморфты темір, каолинит.

SUMMARY

A. Akhatov¹, V. Nurmatova^{1*}, S. Buriev¹

INFLUENCE OF A COMPLEX OF INDICATORS ON THE RATE AND EXTENT OF THE SOIL FORMATION PROCESS IN SOILS OF THE KASHKADARYA RIVER BASIN IN UZBEKISTAN

¹Research Institute of Environment and Nature Protection Technologies under Central Asian University of Environment and Climate Change (Green University) and National Committee of Ecology, and Climate Change of the Republic of Uzbekistan,

100043, Tashkent, Bunyodkor avenue, 7a, Uzbekistan,

**e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

Studying the rate of soil formation is important for assessing soil fertility, predicting changes in soil cover, and developing soil resource management methods. This article presents a study examining the rate of soil formation in areas with varying bioclimatic conditions and soil cover in the Kashkadarya River basin, Uzbekistan. The study subjects were virgin soils in a vertical zonation from desert to high-mountain zones: gray-brown desert soil, takyр soil, typical gray soil, mountain brown soil, and light-brown meadow-steppe high-mountain soil. Due to the diversity of parent materials, changing bioclimatic and altitudinal zones, and the process of subsurface weathering, fluctuations in the content of initial parameters-crystalline lattice energy, amorphous iron, and kaolinite-were observed in the soils, leading to changes in the rate of soil formation. The sequence of increasing rates of soil formation in the studied soils is as follows: takyр soil – typical serozem – light brown meadow-steppe soil – mountain brown soil – gray-brown desert soil. In-depth study of soil-forming processes in biocenoses is necessary for developing strategies for increasing soil fertility and optimizing land use.

Keywords: soil formation, weathering, precipitation, evaporation, energy, amorphous iron, kaolinite.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдусамад Ахатов – старший научный сотрудник лаборатории защиты земельных ресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-4895-2372>, e-mail: akhatov.2020a@gmail.com

2. Виктория Борисовна Нурматова – старший научный сотрудник лаборатории Технологии защиты водных ресурсов, <https://orcid.org/0000-0001-9610-1727>, e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

3. Салимжан Самеджанович Буриев – Заместитель директора по науке и инновациям, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-7585-8576>, e-mail: eco_nii@uznature.uz