

УДК 631.6.02. (571.151)

E.B. Райхерт

Влияние природных условий и физико-химических свойств почв склоновых земель Уймонской котловины Республики Алтай на проявление эрозионных процессов

E.V. Reichert

Influence of Natural and Physico-Chemical Properties of Soils on Slope Lands in the Uymonsky Hollow of the Republic Altai on a Display of Erosive Processes

Рассмотрены природные условия и физико-химические свойства почв склоновых земель и их влияние на проявление эрозионных процессов. Установлены степень и характер связи между смывом почвы и природными условиями, а также физико-химическими свойствами почвы. Определены зависимости смыва почвы от элементов рельефа и основных физико-химических свойств почвы. Полученные результаты могут быть использованы для составления прогнозов по смыву почв на склоновых участках.

Ключевые слова: водная эрозия, эрозионные процессы, физические, химические, физико-химические свойства почвы, деградация почв, рельеф местности, экспозиция, крутизна склона, природные условия, противоэрозионная устойчивость почв.

В последнее время усиление антропогенного воздействия на окружающую среду все чаще приводит к многочисленным проявлениям деградации почв. Одна из составляющих деградации почв – водная эрозия. Проявление эрозионных процессов в результате антропогенного воздействия носит различный характер – от незначительного снижения до полного исчезновения почв.

На сегодняшний день имеется обширный материал по определению противоэрозионной устойчивости различных типов почв [1, с. 148; 2, с. 158]. Противоэрозионная устойчивость почв определяется их гранулометрическим составом, физическим состоянием, физико-химическими и химическими свойствами, а также другими факторами. Для определения этого важного показателя исследователями используется в одних случаях одно, в других сразу два–три свойства почв, не всегда генетически связанных между собой. Отсутствует порой системность в наборе показателей, формирующих этот интегральный признак, не учитываются ведущие факторы эрозии конкретной территории.

В этой связи следует рассмотреть ряд факторов, оказывающих влияние на развитие плоскостной

Natural and physico-chemical properties of soils on slope lands and their influence on display of erosive processes are considered. The author reveals degree and character of communication between soil washout and natural conditions and also between soil washout and physico-chemical properties of the soil. It is determined that soil washout depends on elements of relief and the basic physical and chemical properties of the soil. The received results can be used for drawing up forecasts on washout of soils on slopes sites.

Key words: water erosion, erosive processes, physical and chemical properties of soil, soil degradation, relief, exposition, slope steepness, natural conditions, anti-erosion soil stability.

водной эрозии и формирование противоэрозионной устойчивости почв.

Для этого в условиях Уймонской котловины Республики Алтай в 2001 г. нами были проведены исследования по установлению влияния природных условий и некоторых физико-химических свойств почв на степень проявления эрозионных процессов на склоновых землях.

В условиях Западной Сибири вопросами проявления эрозионных процессов занимались многие ученые [3, с. 17; 4, с. 36; 5, с. 99]. В результате их исследований выявлено, что основной сток и смыв на данной территории происходит от талых вод.

Одним из наиболее важных факторов развития водной эрозии являются климатические условия.

В связи с этим нами в Уймонской котловине на склонах южной экспозиции различной крутизны проведен подсчет смыва путем замеров струйчатых размывов весной, после таяния снега в 2001 г.

Исследования проводились на склоне южной экспозиции различной крутизны. Протяженность склона равнялась 8000 м. Крутизна склона варьировала от 1 до 7°. Общий смыв на этом склоне составил 80 м³/га.

Таблица 1

Смыв почвы и его интенсивность в условиях Уймонской котловины

Угодье	Экспозиция склона	Часть склона	Крутизна склона, °	Способ обработки	Смыв почвы, м³/га	Интенсивность смыва
Пашня (зять)	Южная	Верхняя	5–7	Отвальная поперек склона	38,0	Очень сильная
		Средняя	3–5		23,2	Сильная
		Нижняя	1–3		22,8	Сильная

В разных частях склона смыв почв варьировал (табл. 1).

Так, в верхней части склона крутизной 5–7° и протяженностью 1000 м, величины смыва составляют 38,0 м³/га, в средней части крутизной 3–5° и протяженностью 450 м – 23,2 м³/га и в нижней части крутизной 1–3° – 22,8 м³/га. Протяженность этих склонов составила 925 и 950 м соответственно.

Таким образом, результаты подсчетов смыва почвы показали, что этот процесс характеризуется довольно высокими потерями почвы.

По классификации Г.П. Сурмача, приведенной в таблице 2, полученные величины смыва почвы характеризуются очень сильной и сильной интенсивностью [6, с. 78]. С увеличением крутизны склона смыв почвы возрастает.

В связи с особенностью природных условий Уймонской котловины здесь ежегодно формируется сток талых вод и создаются реальные условия для смыва и размыва почв. Особенно выражено здесь проявление плоскостной водной эрозии.

Следует отметить, что в год исследований в зимний период количество выпавших осадков превысило значение среднееголетних данных в 1,5 раза и составило 203 мм. Устойчивый снежный покров на исследуемой территории лег в третьей декаде октября и сохранялся в течение 180 дней. Высота снежного покрова составила 50 см, что в 1,6 раза превысило значение среднееголетних данных.

Снеготаяние началось в третьей декаде марта и длилось 20 дней, но основная масса снежного покрова стояла за 5–7 дней и создала значительный поверхностный сток, который вызвал бурное развитие эрозионных процессов. Помимо этого, важной особенностью климатических условий исследуемой территории является то, что снеготаяние в горах начинается на 10–15 дней позже, чем в долине, где почвы уже

оттаяли и не могут противостоять в полной степени смывающему действию водных потоков, поступающих сверху, по причине отсутствия растительности. В результате этого смыв почвы усиливается. В этот год также в апреле выпало 72 мм осадков, что превысило значение среднееголетних данных в два раза. Такое количество осадков, возможно, вызвало значительное увеличение объемов смыва почвы.

На формирование стока и проявление эрозионных процессов, помимо климатических условий, значительное влияние оказывают особенности рельефа местности. Особое внимание следует уделять длине и крутизне склонов, а также их экспозиции.

С помощью информационно-логического анализа нами были установлены степень и характер связи между величинами смыва почвы и различных элементов рельефа: крутизны, части и длины склона [7]. Результаты приведены в таблице 3.

Наибольшее влияние на смыв почв оказывает длина склона (L), о чем свидетельствует самый высокий коэффициент связи K, затем по убыванию степени связи идут крутизна склона (Kc) и часть склона (Чс).

Схематически влияние элементов рельефа на проявление эрозии можно представить так: $L > Kc > Чс$.

Нами также был установлен характер связи по специфическим состояниям смыва почв в зависимости от значений изучаемых факторов (рис. 1).

Полученные результаты дают четкое представление о том, что с возрастанием длины склона происходит увеличение смыва почв (рис. 1А). Оно объясняется тем, что с повышением длины склона нарастает скорость водного потока, которая приводит к значительному сносу почвенных частиц.

Менее тесная, но также достаточно высокая связь получена с крутизной и частью склона. Коэффициент эффективности передачи информации (K) соответственно равен 0,2319 и 0,2222.

Для того чтобы установить степень связи между этими показателями и смывом почвы, проведено их ранжирование.

Следует отметить, что с увеличением крутизны склона повышается смыв почвы (рис. 1 Б). Связь между этими показателями носит прямолинейный характер.

Причина существования тесной связи крутизны склона с эродирующей способностью воды очевидна, она связана с влиянием уклона на скорость потока, эродирующего почву, из этого следует, что чем больше

Таблица 2

Классификация интенсивности эрозионных процессов (по Г.П. Сурмачу)

Смыв почвы, м³/га/год	Степень смыва
До 3	Слабая
3–8	Средняя
8–15	Значительная
15–30	Сильная
> 30	Очень сильная

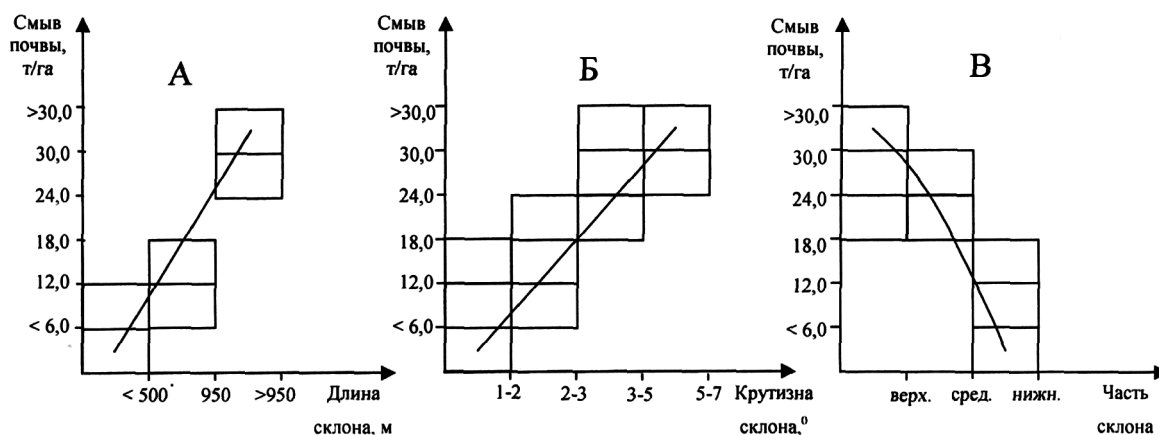


Рис. 1. Влияние элементов рельефа на смыв почвы в Уймонской котловине:

А – длина склона; Б – крутизна склона; В – часть склона

Таблица 3

Влияние элементов рельефа на величину смыва почв пахотных угодий Уймонской котловины (2001 г.)

Элементы рельефа	Общая информативность (Т), бит	Коэффициент эффективности передачи информации (К)	Доля участия показателя (Д), %
Длина склона (L)	0,3328	0,2219	12
Часть склона (Ч)	0,3220	0,2147	8
Крутизна склона (К)	0,4250	0,2125	6

уклон, тем выше скорость водного потока и его энергия, тем больше причиненные почве разрушения.

На рисунке 1 (В) представлена связь частей склона со смывом почвы. На исследуемом склоне происходит уменьшение смыва почвы от верхней его части к нижней. Такую закономерность можно объяснить тем, что в верхней части склона его крутизна выше и составляет 5–7°. Помимо этого, такая закономерность может быть обусловлена особенностью климатических условий исследуемой территории. Снеготаяние в горах, как отмечалось ранее, начинается на 10–15 дней позже, чем в долине, что приводит к вторичному смыву почвы водными потоками, поступающими сверху.

В целом анализ данных указывает на то, что естественно-географические условия Уймонской котловины оказывают значительное влияние на развитие деградационных процессов, в частности на развитие плоскостной водной эрозии. Поверхностный сток способствует смыву и размыву почв, что приводит к снижению почвенного плодородия и увеличению площадей эродированных земель.

Почва – это тот самый объект, который подвергается разрушению стекающими осадками, поэтому свойства и состояние почв определяют особенности формирования поверхностного стока и, следовательно, эродирующую способность потока, а она в свою очередь – интенсивность эрозионных процессов и степень распространения смытых и намывных почв. В условиях сформировавшегося поверхностного стока степень

проявления эрозии зависит от способности почвы противостоять смыву, т.е. множества свойств почвы, определяющих ее противоэрозионную стойкость.

Значительное влияние на противоэрозионную стойкость почв оказывает гранулометрический состав. Из двух почв одинакового генетического типа большей противоэрозионной стойкостью обладает более тяжелая по гранулометрическому составу почва, содержащая больше илистой фракции, способной к структурообразованию. Особенно неблагоприятно высокое содержание фракции крупной пыли (0,05–0,01 мм), значительно понижающей водопропрочность структуры.

Как отмечают Г. Конке и А. Бертран, опасность эрозии на песчаных почвах, несмотря на легкую отделимость частиц, невелика, даже если на них возникает сток [8]. Это связано с малой транспортабельностью песчаных частиц. Гораздо хуже противостоят эрозии супесчаные почвы.

Исследования В.В. Гуссака показали, что у почв, более тяжелых по гранулометрическому составу, чем супесчаные, подверженность смыву зависит от соотношения в них физического песка и физической глины [9]. Большое количество песчаных частиц ослабляет способность почвы сопротивляться эрозии, а увеличение содержания глинистых фракций уменьшает отделимость почвенных частиц, хотя транспортабельность отдельных глинистых фракций будет значительно выше, чем песчаных.

Немаловажными показателями противозерозийной устойчивости почв считаются содержания гумуса и карбонатов, агрегатный состав, катионы поглощающего комплекса. Чем больше в поверхностном слое почвы гумуса, глинистой фракции, поглощенного кальция и меньше карбонатов, пылеватой и мелкопесчаной фракций, тем выше ее противозерозийная устойчивость.

В горных районах противозерозийная устойчивость почв изменяется согласно вертикальной зональности [10, с. 12].

Плотность почвы и плотность твердой фазы почвы непосредственно связаны с весом агрегатов, поэтому можно ожидать наличие связи этих показателей с противозерозийной стойкостью. В тех случаях, когда сохраняются прочие равные условия, четко проявляется прямая зависимость противозерозийной стойкости почв и от их плотности [11, с. 32].

В связи с вышеизложенным с помощью информационно-логического анализа нами была рассмотрена связь между смывом почвы, содержанием физической глины, содержанием илистой фракции, плотностью почв, содержанием гумуса, водопроницаемостью почв, содержанием водопропрочных агрегатов (рис. 2).

На рисунке 2А наблюдается обратная зависимость смыва почвы от содержания физической глины, т.е. с увеличением содержания физической глины происходит уменьшение смыва почвы. Такой характер зависимости объясняется тем, что с повышением глинистых фракций происходит возрастание способности почвы к агрегированию.

Связь смыва почвы с содержанием физической глины самая высокая, о чем свидетельствует самый высокий коэффициент эффективности передачи информации ($K = 0,3738$).

Полученные результаты доказывают, что с увеличением водопроницаемости почв происходит уменьшение смыва (рис. 2Б), это объясняется тем, что на водопроницаемость большое влияние оказывают степень оструктуренности и гранулометрический состав почвы. За счет лучшей структурности повышаются суммарное количество пор и их размер и как следствие этого увеличивается водопроницаемость, а также снижается опасность формирования поверхностного стока. Связь водопроницаемости почвы с ее смывом достаточно высокая ($K = 0,3596$).

На исследованной территории происходит уменьшение смыва почв с увеличением содержания водопропрочных агрегатов (рис. 2В). Связь водопропрочных агрегатов со смывом почв менее тесная, чем с содержанием физической глины, но все таки достаточно высокая, о чем свидетельствует довольно высокий коэффициент эффективности передачи информации ($K = 0,3462$).

Как отмечалось ранее, гумус также оказывает значительное влияние на смыв почвы. В связи с этим нами было изучено влияние гумуса на смыв почвы.

Связь смыва почвы с содержанием гумуса прямолинейная, с увеличением содержания гумуса происходит уменьшение смыва почвы, что обусловлено способностью гумуса к склеиванию почвенных частиц в более крупные водопропрочные агрегаты, которые обладают более высокой противозерозийной устойчивостью (рис. 2Г).

Немаловажное влияние на смыв оказывает плотность почвы. Связь между плотностью почвы и смывом носит прямолинейный характер (рис. 2Д). Следует отметить, что с повышением плотности происходит усиление смыва почвы. Как отмечалось ранее, с возрастанием плотности почвы происходит увеличение веса почвенных агрегатов, что приводит к ухудшению водопроницаемости и как следствие к росту смыва.

Помимо рассмотренных выше показателей, нами была изучена зависимость смыва от содержания илистой фракции. Связь смыва почвы с содержанием илистой фракции обратная, т.е. с увеличением содержания происходит уменьшение смыва почвы. Такая связь объясняется тем, что илстая фракция обладает способностью к склеиванию почвенных частиц за счет значительного содержания в ней гумуса.

Степень связи изучаемого фактора с изучаемым явлением самая низкая, о чем свидетельствует сравнительно низкий коэффициент эффективности передачи информации ($K = 0,1744$).

В целом, анализируя результаты исследований, можно сказать, что почвенные факторы оказывают не менее важное влияние на смыв почвы, чем естественно-географические факторы.

Изученные факторы по степени значимости в убывающем порядке выстраиваются в следующий ряд: содержание физической глины > водопроницаемость > содержание водопропрочных агрегатов > содержание гумуса > плотность почвы > содержание илистой фракции.

Анализ данных указывает на то, что естественно-географические условия Уймонской котловины оказывают значительное влияние на развитие деградационных процессов, выраженных в развитии плоскостной водной эрозии. Поверхностный сток способствует смыву и размыву почв, что приводит к снижению почвенного плодородия и увеличению площадей эродированных земель.

На развитие эрозионных процессов влияют не только естественно-географические факторы, но и антропогенное воздействие. Высокая степень распаханности территории, вовлечение в пашню склоновых земель, не всегда правильная система ведения основной и предпосевной обработки (все еще часты случаи вспашки полей вдоль склонов) приводят к увеличению поверхностного стока и развитию эрозионных процессов. Поэтому для предотвращения водной эрозии необходимо соблюдать весь комплекс противозерозийных мероприятий, начиная от организационно-

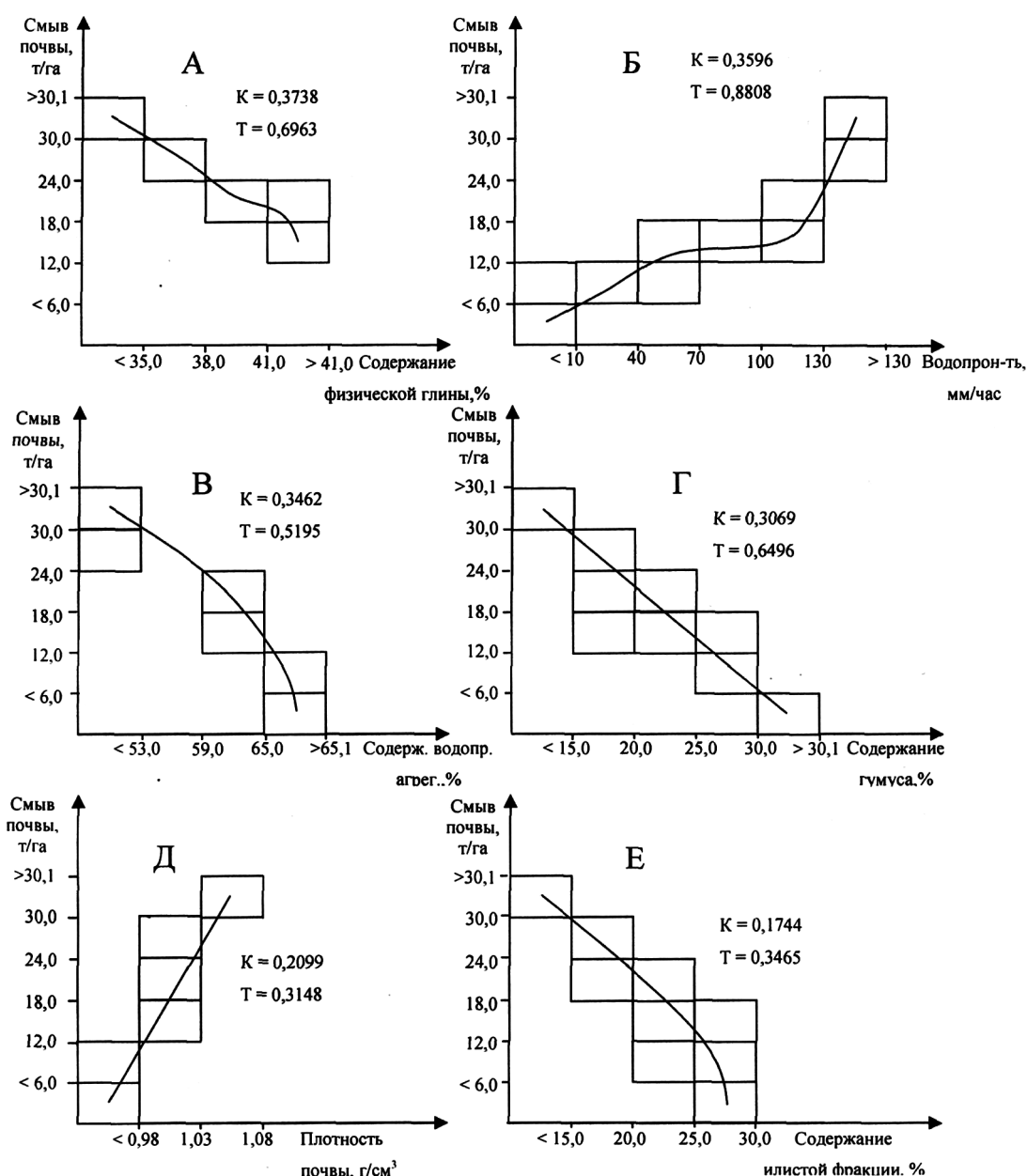


Рис. 2. Влияние физических и физико-химических свойств почв на ее смыв:

А – содержание физической глины, %; Б – водопроницаемость почвы, мм; В – содержание водопрочных агрегатов, %; Г – содержание гумуса, %; Д – плотность почвы, г/см³; Е – содержание илстой фракции, %

хозяйственных (направленных главным образом на противоэрозионную организацию территории с учетом эродированности и опасности эрозии почв,

обеспечивающую правильное сочетание и размещение всех мер защиты почв от эрозии на водосборной площади) и заканчивая технологическими.

Библиографический список

1. Ганжара Л.Н. Оценка потенциальной опасности эрозии в связи с почвенным покровом // Оценка и картирование эрозионно опасных земель. – М., 1973.
2. Гарифуллин Ф.Ш., Федоров С.И. Изменение свойств почв под действием эрозии // Почвоведение. – 1997. – №8.
3. Баюшева М.И. Весенний склоновый сток с основных сельскохозяйственных угодий в Кулундинской степи // Почвоведение. – 1966. – №4.
4. Ковалева С.Р. Эрозионная деформация почвенного покрова. – Новосибирск, 1992.

5. Каштанов А.Н., Шишов Л.Л. и др. Проблемы эрозии и охраны почв России // Почвоведение. – 1999. – №1.

6. Сурмач Г.П. Классификация смытых почв и ее применение при составлении крупномасштабных почвенно-эрозионных карт // Почвоведение. – 1954. – №1.

7. Пузаченко Ю.Т., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы. – М., 1970.

8. Конке Г., Бертран А. Охрана почв. – М., 1962.

9. Гуссак В.Б. Некоторые вопросы методики и техники лабораторных исследований эродированных почв // Почвоведение. – 1950. – №5.

10. Попова Н.С. Исследование противоэрозионной стойкости основных типов почв Алма-Атинской области: автореф. канд. ... хим. наук. – Алма-Ата, 1967.

11. Кузнецов М.С. Структурное состояние почв и ее противоэрозионная стойкость // Почвоведение. – 1994. – №11.