

УДК 631.459:63

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛАНДШАФТОВ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА

Черный С.Г., Ергина Е.И.

Потенциал факторов почвообразования представляет собой способность той или иной их комбинации инициировать и развивать почвообразовательный процесс [3]. Однако более целесообразно говорить о почвообразовательном потенциале географической среды, имеющей зональный аспект, который проектируется на весьма специфическую тополитологическую основу в виде зональных почв на разных породах, которые являются потенциалоносителями и продуцентами основного количества энергии в геосистемах. Количественной характеристикой почвообразовательного потенциала среды могут выступать энергетические затраты на почвообразование, которые, согласно работам В.Р. Волобуева [2], наиболее хорошо описываются зависимостью:

$$Q = 41,87 [R \exp(-18,8 \cdot (R^{0,73})/P)], \quad (1)$$

где R-радиационный баланс, ккал/см² год;

P- годовая сумма осадков, мм;

Q- годовые затраты энергии на почвообразование, после перевода единиц измерения в систему СИ, измеряются в МДж/ м² год.

Для учета биологической составляющей энергетики почвообразования на зональном уровне В.Р. Волобуев вводит в формулу расчета безразмерный коэффициент [2]. Используя зависимость (1), В.Р. Волобуев сформулировал базовые научные концепции экологии почв, разработал методы почвенно-экологического анализа, создал единую биоэнергетическую систему общностей (парагенетических семейств почв и растительности), в генерализованном виде выражающую закономерности зональных смен ландшафтов на земной поверхности. Так, в пределах отдельных частей Восточно-европейской равнины широтная зональность выражается под действием различных преобладающих факторов дифференциации: в северной части (таежно-лесная область), где осадки превышают величину испаряемости, это термический фактор, в южной (с семигумидным и семиаридным климатом) - фактор увлажнения. Однако, как показал анализ [5], расчетная величина затрат радиационной энергии на почвообразование (Q) вполне отражает эти различия, так как равные (в относительном выражении) изменения радиационного баланса в северной части и количества осадков в южной приводят к сходным изменениям величины Q. Указанные преимущества важны не только для отражения широтной зональности, но и градиента континентальности, т.е. провинциальных различий климата, обусловленных циркуляционными процессами.

Таким образом, расчетная величина затрат радиационной энергии на почвообразование (Q) вполне отражает вклад гидро-термических факторов в формирование гумусового горизонта почв и является одним из основных параметров в математических моделях определения скоростей почвообразования.

Очевидно, что прямых наблюдений за процессом формирования почв (почвообразованием) вообще, а тем более на склоновых землях с эродированными почвами в современных хозяйственных условиях вести невозможно по целому ряду причин. Это, во-первых, связано с тем, что процесс эрозии почв, которые используются в земледелии, сильно уменьшает потенциально возможные темпы увеличения мощности гумусового горизонта за счет естественного почвообразования, а точных методов количественной оценки поверхностного смыва на эродированных участках почв вообще не существует. Во-вторых, скорость почвообразования настолько мала (несколько миллиметров в год), что точные инструментальные измерения образованного слоя почвы можно получить лишь через несколько десятков лет. Таким образом, скорости почвообразования, которые требуют многолетних наблюдений, могут быть получены лишь в течение сотен лет. Поэтому для оценки скорости почвообразования необходимо переходить к моделированию почвообразовательного процесса в естественных условиях, с учетом вклада энергетических затрат зональных ландшафтов в трансформацию вещества и энергии в ходе почвообразования. Для определения скоростей почвообразования склоновых агроландшафтов полученные данные о скорости естественного почвообразования необходимо корректировать поправками, которые учитывают процессы трансформации и потоки вещества в условиях антропогенного использования современных почв [8].

Существующие сегодня модели почвообразования в качестве одной из основных составляющих содержат показатели энергетических затрат на почвообразование [5;8;9]. Представляет интерес модель, описывающая трендовую составляющую процесса формирования гумусового горизонта почв [5]:

$$H_g = 10,85g(F_f/F_z)^{0,37} e^{0,0044Q(1-k\lambda t)}, \quad (2)$$

где H_g - мощность гумусового горизонта, мм;

F_f/F_z - продуктивность растительности: фактическая, зональная т/га;

t - время почвообразования, годы;

Q - энергетические затраты на почвообразование, Дж/м² год;

g, k, λ - коэффициенты.

Модель описывает закономерности формирования гумусового горизонта почв с учетом энергетических затрат на почвообразование, зональной продуктивности растительности и времени почвообразования для широкого спектра генетических типов и подтипов почв Восточно-европейской равнины от подзолистых до разновидностей каштановых почв.

Цель данной публикации: определить географические закономерности распределения величины энергетических затрат на почвообразование на территории Крымского полуострова, и определить алгоритм расчета скорости

почвообразования склоновых почв с учетом биоэнергетического подхода к почвообразовательному процессу.

Нами рассчитаны значения величины Q , ($\text{Дж}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$) для территории Крымского полуострова. На базе полученных расчетов создана картосхема распределения энергетических затрат на почвообразование на территории Крымского полуострова (рис 1).

В ходе анализа полученной информации необходимо учитывать, что фоновые характеристики условий тепло- и влагообеспечения и, следовательно, рассчитанные по ним энергетические затраты на почвообразование, строго говоря, отражают специфику и внутривектовую ритмичность аэрогидротермических условий инструментального периода. Однако внутренняя целостность заключительной части голоцена – субатлантического периода позволяет распространить усредненные климатические данные инструментального периода на последние 2,5 тысячи лет.

Закономерности распределения величины энергетических затрат на почвообразование (Q) подтверждают то, что некоторые свойства крымских почв являются реликтовыми. Этим объясняется изменение некоторых свойств почв (имеющих большие характерные времена их формирования), при их сельскохозяйственном использовании, даже с учетом стимуляции процессов почвообразования: внесение дополнительных доз удобрений, орошение и т.д. Это относится к почвам Горного и Предгорного Крыма.

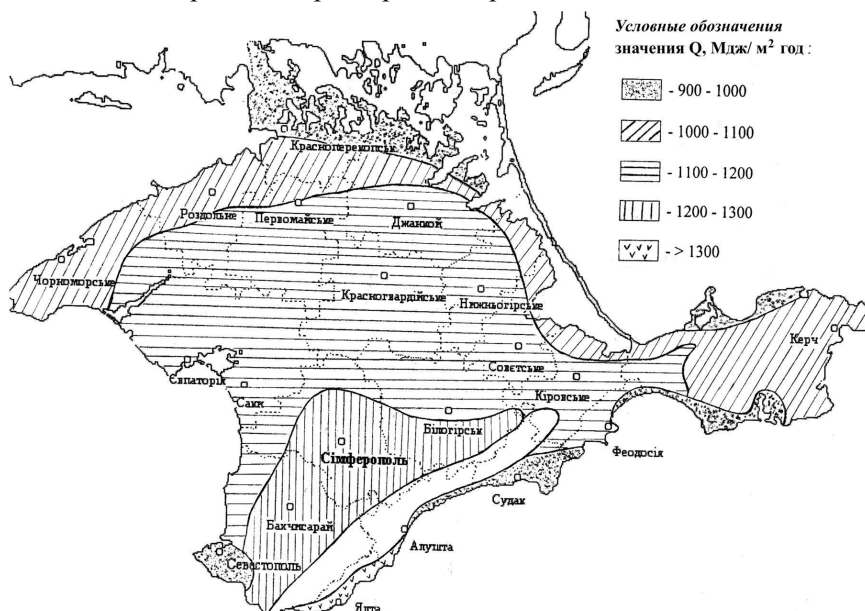


Рис 1. Энергетические затраты на почвообразование на территории Крымского полуострова

Нетипичность этих почв проявляется в несоответствии их формирования в пределах тех типов зональной растительности, которая господствовала на

описываемой территории до активного ее освоения. При этом не учитывается, что полноголоценовые почвы формировались на определенной территории в течение всего голоцена. А современные типы растительности являются фактором почвообразования только в последний палеобиоклиматический период голоцена. Согласно работам Подгородецкого П.Д. [6], в Крыму в течение голоцена преобладал период, благоприятный для формирования почв коричневого и черноземного типов. Поскольку колебания климата Крыма в голоцене, как и на других территориях, приводили к изменению соотношения площадей ландшафтов со степной и лесостепной растительностью, в таких переходных полосах, как лесостепное предгорье и низкогорье, вследствие инверсионной зональности Крыма, формировались вышеперечисленные нетипичные типы почв с определенными значениями величин энергетических затрат на почвообразование.

Анализируя карту распределения величины (Q) на территории Крыма (рис.1), можно утверждать, что на современном этапе почвообразования энергетические затраты на почвообразование изменяются с севера на юг, согласно инверсионности природных зон Крыма, и на совершенно ином уровне характеризуют территорию Крымского полуострова по уровню тепло- и влагообеспеченности.

В Крыму преобладающим фактором зональности служит фактор увлажнения. Это подтверждается распределением на территории расчетных величин (Q). На севере Крымского полуострова значения энергетических затрат на почвообразование составляют 977, 3 Дж/ м²·год, что соответствует значениям энергетических затрат на почвообразование рассчитанных для сухостепной зоны темно-каштановых и каштановых почв материковой части южной степи Украины [5]. К югу значения показателя (Q) увеличиваются, в юго-степной подзоне черноземов южных его значения составляют 1120 Дж/м²·год, что немногим выше зональных значений этого показателя на материковой части южной степи Украины. Несмотря на увеличение энергетических затрат на почвообразование в зоне распространения дерново-карбонатных почв в комплексе с черноземами на элювии карбонатных пород предельная мощность гумусового горизонта почв значительно ниже чем в зональных аналогах юго-степной зоны Украины. Это объясняется тем, что большая часть энергии, направленной на формирование гумусового профиля, расходуется на процессы внутрипочвенного выветривания и трансформацию минеральной части почвенного профиля, вследствие чего время формирования климаксной почвы увеличивается. Поэтому иногда при моделировании процесса почвообразования для решения некоторых прикладных задач рекомендуется вводить коэффициент – лаг запаздывания [4].

На Тарханкутском и Керченском полуостровах, из-за большей сухости климата, значения показателя (Q) крайне низкие по сравнению с показателями на остальной территории Крыма, самые низкие значения - на территории, примыкающей к Судаку.

Территория Горного Крыма характеризуется большим разнообразием параметров, которые влияют на климатическую обстановку в горах, это и экспозиция склонов, и высота места наблюдения, и многое другое. Поэтому при составлении карты энергетических затрат на почвообразование значения величины

Q не учитывались. Но, имея в виду, что значения радиационного баланса на территории Крыма изменяются незначительно и количество осадков максимально именно в этом регионе, можно утверждать, что наибольшие значения показателя (Q) находятся в пределах Главной и Внутренней гряды Крымских гор, в зоне распространения бурых горно-лесных почв, горно-луговых и горно-луговых черноземовидных почв.

На Южном берегу Крыма, в зоне формирования коричневых почв, показатели энергетических затрат на почвообразование наиболее высокие.

Почвообразование на склоновых землях существенно отличается от естественного почвообразовательного процесса на водораздельных участках, скорость которого определяется следующей моделью [8]:

$$G = g \cdot e^{\ln(1 - H/H_{(пр)})}, \quad (3)$$

где G - скорость почвообразования (мм/год);

g - коэффициент;

H - мощность гумусового горизонта;

H(пр) - предельная мощность гумусового горизонта.

Выразим это отличие с учетом перераспределения энергетических затрат на почвообразование следующим образом:

$$G_c/G_p = Q_c/Q_p, \quad (4)$$

где: G - скорости почвообразования (с - на склоне, п - на плакоре);

Q - энергетические затраты на почвообразование

(с - на склоне, п - на плакоре).

Отсюда:

$$G_c = (G_p \cdot Q_c) / Q_p. \quad (5)$$

Угол наклона поверхности и ее экспозиция сильно влияют на количество лучистой энергии, которая приходит на поверхность почвы.

Исходя из формулы (1), получаем:

$$Q_c = 41,87 R_c \cdot \exp(-18,8 \cdot (R_c^{0,73}) / P_c), \quad (6)$$

где $R_c = R \cdot k_r$;

k_r - коэффициент, учитывающий экспозицию склона и уклон;

P_c - количество осадков на склоне;

Q_p - приведено на схеме (рис 1).

Изменения гидро-термического режима на поверхности склонов различной экспозиции и влияние этого фактора на развитие склонов в Крыму исследовано в работе В.А. Бокова, А.А. Клюкина [1]. Учитывая микроклиматические особенности склонов, которые исследованы в работах А.В. Швец [10;11] введем поправки в формулу расчета энергетических затрат на почвообразование для склоновых участков:

$$\begin{aligned}kr &= (\sin h \cdot \cos a - \cos h \cdot \sin a \cdot \cos \alpha) / \sin h, \text{ или} \\kr &= \cos a - 0,38 \cdot \sin a \cdot \cos \alpha\end{aligned}\quad (7)$$

где h - высота Солнца (градусы);
 a - величина уклона (градусы);
 α -азимут склона (градусы).

Показатель P – годовая сумма осадков в формуле (1) характеризует влияние увлажнения на почвообразование на плакорных участках. Для условий склона, согласно [11], его величина будет пропорциональна смене влажности почвы относительно плакорных участков в теплый период года – период наибольшей биологической активности:

$$P_c = P_0 \cdot (W_c / W_0), \quad (8)$$

где P_0 – количество осадков на плакорном участке (мм);
 W_c .. запасы влаги в метровом слое почвы на склоне;
 W_0 - запасы влаги в метровом слое на плакоре;
 Согласно [11]:

$$W_c = \gamma \cdot kr \cdot W_0 + \alpha (L / \sqrt{I}), \quad (9)$$

где γ – параметр, который для северных склонов равен 1, а для южных 0,95;
 kr – показатель, рассчитанный согласно (7);
 α -коэффициент, который зависит от характеристик эродированности почв;
 L – длина склона (м);
 I – крутизна склона (‰).

Для средних условий, показатель α равен 0, таким образом, выражение (9) примет вид:

$$W_c = \gamma \cdot kr \cdot W_0. \quad (10)$$

Преобразовав формулу (8), получим выражение:

$$P_c = P_0 \cdot \gamma \cdot kr. \quad (11)$$

Представим $k_0 = \gamma \cdot kr$, тогда

$$P_c = P_0 \cdot k_0. \quad (12)$$

Учитывая (6) и (12) энергетические затраты на почвообразование в условиях склоновых участков будут равны:

$$Q_c = 41,87 R \cdot kr \cdot \exp(-18,8 \cdot ((R \cdot kr)^{0,73}) / P_0 \cdot k_0). \quad (13)$$

Подставив в выражение (5) формулу (13) получим математическую модель скорости почвообразования в целинных условиях для склонов различной экспозиции и крутизны:

$$G_c = G_p \cdot (41,87 R \cdot kr \cdot \exp(-18,8 \cdot ((R \cdot kr)^{0,73}) / P_0 \cdot k_0)) / Q_p. \quad (14)$$

Таким образом, учитывая зональные закономерности в поступлении солнечной радиации и осадков, можно рассчитать скорости естественного восстановления склоновых почв. На основании математической модели (14) нами рассчитаны скорости склонового почвообразовательного процесса на территории Крымского полуострова (табл. 1).

За мощность полнопрофильных почв принята предельная мощность гумусового горизонта почв (H_p), полученная в результате математического моделирования процесса почвообразования на территории Крымского полуострова.

Таблица 1

Скорости почвообразования для почв Крыма
(г/га, при объемном весе почвы 1,2 г/см³)

Почвы	Эродированность	Северная экспозиция			Южная экспозиция			Восточная/Западная экспозиция		
		Уклон (град.)			Уклон (град.)			Уклон (град.)		
		0-8	9-12	13-20	0-8	9-12	13-20	0-8	9-12	13-20
Черноземы южные, темно-каштановые почвы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	3	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
	4	2,3	2,2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,2
Черноземы предгорные, черноземы карбонатные, дерново-карбонатные	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
	4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6
Бурые горно-лесные	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
	3	1,4	1,3	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3
	4	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8
Коричневые почвы	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	3	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
	4	2,5	2,4	2,2	2,5	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5

1 - незэродированные почвы; 2 - слабоэродированные; 3 - среднеэродированные; 4 – сильноэродированные.

Анализ таблицы 1 показывает, что при прочих равных условиях в засушливых районах с темно-каштановыми почвами и черноземами южными, наиболее высокие скорости почвообразования наблюдаются на эродированных почвах более влажной северной экспозиции.

В предгорных и горных районах и на ЮБК, где выпадает значительное количество осадков, лимитирующим фактором выступает количество солнечной радиации, поэтому наибольшие скорости почвообразования наблюдаются на склонах южной экспозиции. Наиболее рельефно эти закономерности проявляются на крутых склонах.

В материалах Региональной программы защиты почв Республики Крым от водной и ветровой эрозии и других видов деградации [7] приведены данные о среднегодовом сносе плодородного слоя почвы в результате проявления процессов эрозии. Для территории Северного Крыма эти показатели равны 1,8-5,3 т/га, в Северо-западном и Западном Крыму, а также на Керченском полуострове потери почвы составляют 12-15 т/га, в Предгорном Крыму – 16-22 т/га. Максимальные значения эрозионных потерь почвы в Горном Крыму 46,5 т/га. Сравнительный анализ вышеназванных величин с рассчитанными значениями скоростей почвообразования свидетельствует о том, что процессы ускоренной антропогенной эрозии в Крыму имеют характер полномасштабной экологической катастрофы.

Учет скоростей современного почвообразовательного процесса на территории Крымского полуострова позволяет на ином, прежде всего количественном уровне перейти к проектированию и осуществлению противоэрозионных мероприятий с учетом энергетических факторов почвообразования, что позволит в ряде случаев более разумно учитывать естественный потенциал среды в процессе восстановления почвенного профиля. Особенно если учитывать, что вопросы восстановления почвенного ресурса носят на сегодня, социально-экономический аспект.

Литература

1. Боков В.А., Клюкин А.А. Влияние гидротермических условий на развитие склонов флишевого низкогорья Крыма // Изв. Всесоюз. географ. общ-ва.- 1987.- Вып.1.- С.53-57.
2. Волобуев В.Р. О биологической составляющей энергетики почвообразования // Почвоведение.- 1985.- № 9.- С.5-8.
3. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 227с.
4. Ергина Е. И. Модель развития почв во времени // Культура Народов Причерноморья. – 2001 – №17. – С. 18-22.
5. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгородский Государственный университет.- Белгород, 2000. – 301с.
6. Подгородецкий П.Д. Крым. Природа. - Симферополь: Таврия, 1988.- 192с.
7. Региональная программа защиты почв Республики Крым от водной ветровой эрозии и других видов деградации. Академия Аграрных наук. Институт землеустройства. Крымский филиал.- Симферополь, 1995. - 230с.
8. Чорний С. Г., Єргіна О. І. Методика визначення допустимих норм ерозії для агроландшафтів Криму // Збірник наукових праць “Фальцфейновські читання”. – Херсон, 2003. – С. 371-375 .
9. Чорний С.Г. Схиліві зрошуванні агроландшафти: ерозія, ґрунтоутворення, раціональне використання. - Херсон: Борисфен, 1996.- 171с.
10. Швєбс А.В. Влияние экспозиции склона на запасы влаги в почве // Труды ОГМИ.- 1960.- Вып. XXII.- С.49-57.
11. Швєбс А.В. К методике прогноза запасов почвенной влаги для отдельных хозяйств // Труды УкрНИГМИ,- 1965.- Вып.49.- С.45-49.