

ПРЕДЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА КАК КРИТЕРИЙ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЧВ-ЭТАЛОНОВ РАВНИННОГО КРЫМА

Е.И. Ергина,¹ доктор географических наук, **Р.В. Горбунов,^{2,3}** кандидат географических наук,
Е.Ф. Сташкина,⁴ кандидат сельскохозяйственных наук

¹Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 295007, Симферополь, пр. Вернадского, 4
E-mail: ergina65@mail.ru

²Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, 299011, Севастополь, пр. Нахимова, 2

³Карадагская научная станция имени Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН,
298188, Феодосия, Курортное, ул. Науки, 24

⁴Ордена трудового красного знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, Ялта, Никита

При выделении основных категорий в структуре региональной Красной книги почв необходимо ориентироваться на типичные образования, сформированные с учетом зональных почвенно-экологических условий территории. Критерием выделения почв-эталонов может стать исходная доагрогенная мощность гумусового горизонта, которая в полной мере реализует почвообразующий потенциал природных факторов климатских полнопрофильных почв. Но поиск таких участков сопряжен с рядом методологических трудностей. Предложенное математическое моделирование процессов формирования гумусового горизонта позволяет количественно оценить правомерность выделения почв-эталонов. Эта методика позволяет перейти к картографическим моделям предельной мощности гумусового горизонта. Анализ исследований позволяет сделать вывод: профили большинства современных сельскохозяйственных земель Крыма разрушены на 30% в сравнении с расчетной предельной мощностью гумусового горизонта, что предопределяет поиск почв-эталонов только на участках, не функционировавших ранее в агрогенных условиях, чаще всего в пределах особо охраняемых природных территорий с учетом особенностей зонального процесса почвообразования.

MAXIMUM HUMUS HORIZON THICKNESS AS A CRITERION FOR IDENTIFYING THE SOIL STANDARDS OF THE PLAIN CRIMEA

Ergina E.I.¹, Gorbunov R.V.^{2,3}, Stashkina E.F.⁴

¹V.I. Vernadsky Crimea Federal University, 295007, Simferopol, pr. Vernadskogo, 4
E-mail: ergina65@mail.ru

²The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAN, 29901, Sevastopol; Nakhimova, 2

³T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS, 298188, Feodosia, Kurortnoe, ul. Nauki, 24

⁴The Labor Red Banner Order Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
298648, Yalta, Nikita

When identifying the main categories of soil in the structure of the regional Red Book of soils, it is necessary to focus on typical soils formed taking into account the zonal soil-ecological conditions of the territory. The criterion for the extraction of soil standards can be the initial, pre-agrogenic thickness of the humus horizon, which fully realizes the soil-forming potential of natural factors of climax full-profile soils. But the search for such sites is associated with a number of methodological difficulties. A way out of this situation can be a mathematical modeling of the formation of the humus horizon of soils, which allows you to quantify the legitimacy of the allocation of soil standards in the structure of the Red Book of soils of the Crimea. The proposed method allows going to the cartographic models for determining the maximum thickness of the humus horizon. Analysis of the presented material allows asserting that in the majority of modern soils of agricultural lands of the Crimea, the profiles are destroyed by 30% compared with the calculated maximum thickness of the humus horizon, which takes into account the zonal soil formation processes. That predetermines the search for soil standards only in areas that did not function previously in agrogenic conditions, most often, these are protected areas that take into account the peculiarities of the zonal process of soil formation.

Ключевые слова: Красная книга почв, математические модели, энергетические затраты на почвообразование

Key words: Red book of soils, mathematical models, energy costs of soil formation

В настоящее время Крымский полуостров – это территория интенсивного освоения с характерными отраслями растениеводства, такими как зерновое хозяйство, садоводство и виноградарство, что привело к развитию разнообразных процессов деградации почв и почвенного покрова. Значительная антропогенная преобразованность почв и почвенного покрова региона, особенно его равнинной части, обусловлена сочетанием объективных и субъективных факторов освоения территории. Поэтому при изучении процессов воспроизводства почвенного плодородия и особенностей формирования современных почв возникла необходимость в методических подходах к выделению и тщательному изучению эталонных почв. Однако в настоящее время нет четких представлений о том, какие почвы можно признать эталонными, отсутствует и методика их выделения. К эталонным логично от-

нести почвы, не подвергавшиеся в историческое время значительным агрогенным нагрузкам, на фиксированных площадках, сформированные под воздействием зональных факторов почвообразования. Как известно, большинство характеристик почвенного плодородия сосредоточено в профиле почвы, поэтому при поиске эталонных участков следует обратить внимание прежде всего на почвы с максимальной мощностью гумусового горизонта, что имеет значительные методические ограничения, особенно в границах особо охраняемых природных территорий, которые в основном занимают овражно-балочные системы различного генезиса.

Цель настоящей работы – изучение, моделирование и картографирование предельной мощности гумусового горизонта почв как критерия выделения почв-эталонов.

Эталоны почв Равнинного Крыма

Тип	Подтип	Род, вид
Зональные		
Каштановые	Темно-каштановые	Темно-каштановые; темно-каштановые солонцеватые
Черноземы	Черноземы южные	Черноземы южные; черноземы южные мицеллярно-карбонатные; черноземы южные солонцеватые; черноземы карбонатные
Локальные эталоны		
Лугово-каштановые	Лугово-каштановые	Солонцеватые; карбонатные; солончаковатые
Лугово-черноземные	Лугово-черноземные	Карбонатные; солонцеватые
Солонцы автоморфные	Черноземные (степные)	Солончаковые; солончаковатые; глубокосолончаковатые
Солонцы гидроморфные	Каштаново-луговые; черноземно-луговые	Корковые; мелкие; средние; глубокие
Дерново-карбонатные	Дерново-карбонатные типичные	Известняковые; глинисто-мергелистые
Луговые	Луговые; влажно луговые	Солонцеватые; карбонатные
Аллювиальные	Аллювиальные дерновые насыщенные; аллювиальные луговые насыщенные	Обычные; слитые; солонцеватые; засоленные; галечниковые

Методика. В основе исследований были методы математического и картографического моделирования процессов формирования гумусового горизонта почв. Исходными материалами для определения предельной мощности гумусового горизонта послужили доступные архивные данные Центра землеустройства и кадастровой оценки Республики Крым, содержащие основные сведения о почвенном покрове ключевых участков. Анализировали главным образом почвы водоразделов. Основной тип использования угодий – пашня или пастбище. Всего изучено 85 разрезов на всей территории Крымского полуострова. При моделировании пространственных закономерностей изменения предельной мощности гумусового горизонта использовали программные продукты Arc GIS 10.2.

Результаты и обсуждение. С учетом фундаментального труда в области охраны почв и создания Красных книг почв [1], а также методологических наработок российских, в том числе крымских ученых [2-4], мы исследовали пространственную локализацию, факторы формирования и свойства почв-эталонов равнинной части полуострова, составляющих основу для создания в будущем Красной книги почв Крыма (табл. 1). Участки, на которых возможно выделение и изучение почв-эталонов в Равнинном Крыму, сохранились только на особо охраняемых природных территориях, достаточной сильно фрагментированных в пространстве, занимающих небольшие участки. Это территории сравнительно недавно созданных заповедников Опуцкий и Казантипский на Керченском полуострове, природного парка «Тарханкутский» на западном побережье, природных парков «Калиновский» и «Караларский», а также ряда заказников: Сасыкского, Осовинской степи, Присивашского, степных участков целинной степи у сел Школьное, Григорьевка, Клепинино, участка степи на Тарханкутском полуострове и других.

Следует отметить, что в регионе недостаточное внимание уделяется изучению почв охраняемых территорий, их проблемам и методике исследований. В большинстве заповедников отсутствуют крупномасштабные почвенные карты, что затрудняет проведение исследований структуры почвенного покрова и составление целостной оценки состояния почв. По объективным причинам отсутствуют сведения о почвенном покрове крымских заповедников в фундаментальном издании «Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации» [5], изданном в 2012 г., возможно необходимо переиздание этой монографии с учетом изменившейся структуры заповедных территорий.

Интенсификация использования почвенных ресурсов в современной земледелии чаще всего приводит к развитию процессов деградации почвенной системы. Среди них в Равнинном Крыму основными стали эрозионные процессы, тем самым увеличиваются плоскостной смыв, линейная эрозия, дефляция, что приводит к снижению максимально допустимой мощности почвенного профиля. Профили таких нарушенных почв не могут быть восстановлены до изначального состояния в ближайшем будущем из-за низкой скорости почвообразования. Таким образом, можно утверждать, что современные почвы – это продукт неверной эксплуатации почвенных ресурсов. Поэтому для рационального использования и разработки системы комплексных мероприятий по охране почв необходимо в качестве критерия эталонной (неизменной) почвы использовать характеристики, которые описывали бы исходную мощность гумусового горизонта. Основным критерием диагностики нетрансформированных в результате антропогенного воздействия почв, по мнению большинства исследователей, должна быть мощность гумусового горизонта, потому что его состояние служит наиболее характерным и стабильным показателем устойчивости почв к антропогенным трансформациям [6-12]. Такие работы актуальны при оценке степени эрозионной смывтости почв, где в качестве основного критерия выступает соотношение мощности почвы к ее несмытому аналогу – предельной мощности [9]. Но такие участки отыскать практически невозможно, даже в пределах водораздельных пространств, где, как правило, кроме эрозии протекают и другие деградационные процессы в условиях тотальной распахки. Поэтому необходим поиск, а также сравнение почв-эталонов с расчетными значениями предельной мощности гумусового горизонта. Такие данные в настоящее время возможно получить только посредством математического моделирования процессов почвообразования во времени в условиях естественных потоков вещества и энергии, которые можно оценить, применив биоэнергетический подход и учитывая вклад климатических факторов в процесс почвообразования как наиболее динамичный и значимый.

Предельная мощность гумусового горизонта отражает состояние почвы в условиях климаткса, или равновесия с окружающей средой, что возможно при реализации почвообразующего потенциала природных факторов (ППФ) [13]. Количественную оценку способностей среды к формированию климатксной почвы можно провести путем вычисления энергетических затрат на почвообразование по Волобуеву В.Р. [14], реализованную нами с соавторами ранее [8].

Итоговые модели предельной мощности гумусового горизонта почв, полученные путем математического

анализа данных, приведенные к условиям среднесуглинистых почв, имеют вид [7, 10]:

$$Hg = g \cdot (442,1 \cdot \ln Q - 2232,4), \quad (1)$$

$$Hg = g \cdot (393,4 \cdot \ln Q - 1905,1), \quad (2)$$

где Hg – предельная мощность гумусового горизонта, мм; g – поправка на гранулометрический состав почвы; Q – энергетические затраты на почвообразование, МДж/(м² год).

По модели (1) рассчитывают максимальные мощности гумусового горизонта для почв, сформированных на рыхлых почвообразующих породах – лессовидные глины и суглинки, желто-бурые глины, красно-бурые глины и другие, а по модели (2) – для почв, образованных на элювии и делювии разнообразных плотных горных пород в Равнинном Крыму (в основном на элювии-делювии известняков).

Полученные модели позволяют перейти к картографическому моделированию предельной мощности гумусового горизонта почв. На основе космического снимка SRTM (пространственное разрешение 30 м) построена карта годового поступления суммарной солнечной радиации (в программе ArcGIS 10.2 при помощи функции Area Solar Radiation в инструментах Spatial Analyst). Карту годовой суммы осадков строили путем интерполяции значений сумм осадков по метеостанциям Крыма. С использованием полученных растров составлена уточненная по сравнению с предыдущими публикациями [8] карта энергетических затрат на почвообразование (рис. 1). На основе ее и моделей (1) и (2) впервые рассчитаны значения предельной мощности гумусового слоя почв. Пространственные закономерности изменения этой величины представлены на рис. 2.

Анализ рассчитанных значений предельной мощности гумусового горизонта почв на территории Крымского полуострова свидетельствует (рис. 2) о том, что в изменении мощности гумусового горизонта почв с северо-востока на юго-запад прослеживается определенная зональность. Так, значения, приближенные к минимальным (600–700 мм), соответствуют части речной долины р. Салгир, расположенной в Присивашье, центральной части Арабатской стрелки и некоторых узких прибрежных полосах (Казантипский залив и др.). На территории Альминской впадины и юго-западной части Керченского полуострова предельная мощность гумусового горизонта почв повышается до 700–750 мм. В районе Северного Причерноморья вплоть до Индоло-Кубанского краевого прогиба включительно, а также в пределах северной части Тарханкутского полуострова мощность гумусового горизонта увеличивается до 850 мм. Полученное распределение мощности гумусового горизонта в целом согласуется с существующими представлениями о зональности почвенного покрова территории полуострова. Необходимо

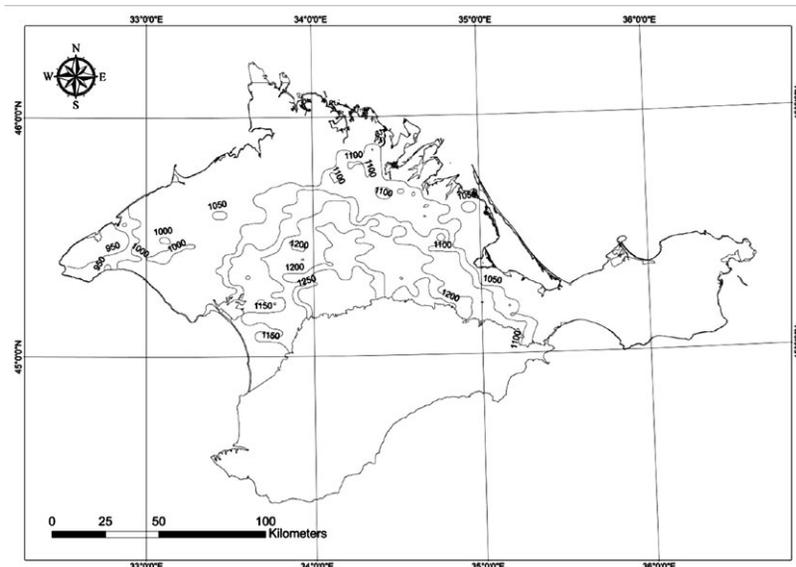


Рис. 1. Энергетические затраты на почвообразование, МДж/м² год.

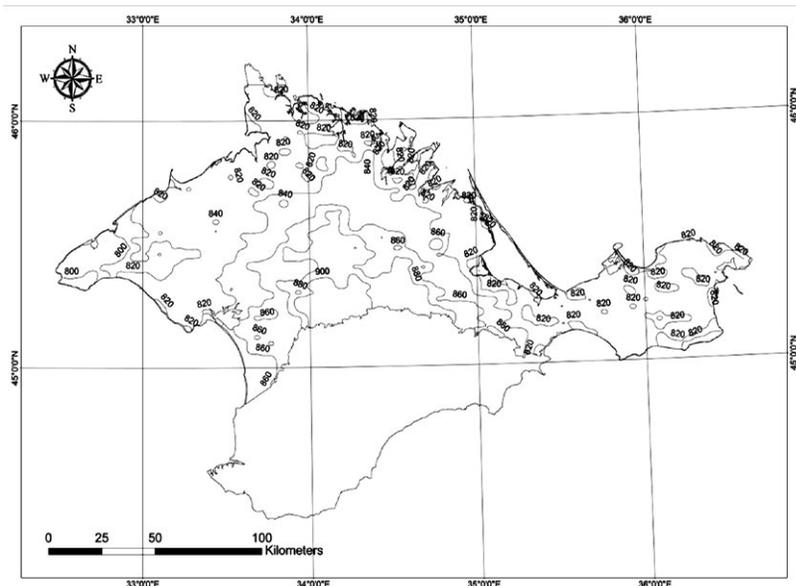


Рис. 2. Карта предельной мощности гумусового горизонта почв, мм.

отметить, что предложенная методика не учитывает вклад местных факторов почвообразования, поэтому интразональные почвы мы не анализировали.

Сравнение значений предельной мощности гумусового горизонта почв с фактическими показало, что профили большинства современных почв, интенсивно используемых в сельскохозяйственном производстве, в настоящее время разрушены на 30% и более и не могут служить эталоном при исследовании свойств почв, даже в условиях выведения их из интенсивного агрогенного использования.

Антропогенная трансформация почвенного покрова на протяжении довольно длительного времени свидетельствует о необходимости при выделении почв-эталонов учитывать процесс механического «срабатывания» почвенного профиля. Среди основных диагностических признаков трансформации почв следует выделить достижение почвой зональнообусловленной мощности гумусового горизонта. Учет гидротермиче-

ских и энергетических особенностей территории дает возможность применить методы математического моделирования к процессу формирования предельной мощности гумусового горизонта почв. Предложенная методика позволяет перейти к картографическим моделям для определения значения данного показателя, что позволит более точно выделять эталонные почвы с максимальной (доагрогенной) мощностью гумусового горизонта. Кроме того эти модели имеют практическое и теоретическое значение при расчете мощности гипотетического почвенного покрова для реконструкции ландшафтных и геоморфологических состояний, определения степени трансформации почв, классификации эродированных земель.

Поиск почв-эталонов следует проводить только на участках, не подвергавшихся распашке на протяжении исторического времени, учитывая, что в современных условиях почвообразования полноголоценовый профиль основных типов почв Крыма формируется в течение 1000-1500 лет [7]. Это возможно только на особо охраняемых природных территориях, не испытавших в прошлом трансформаций почвенного покрова.

Литература

1. Красная книга почв России: Объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв / Под ред. Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина. – М.: МАКС Пресс, 2009. – 576 с.
2. Добровольский Г.В., Чернова О.В., Семенюк О.В., Богатырев Л.Г. Принципы выбора эталонных объектов при создании Красной книги почв России. // Почвоведение. – 2006. – № 4. – С. 387–395.
3. Ергина Е.И., Мирошниченко И.А. Концепция создания Красной книги почв Крыма // Мат. III Международной научно-практической конференции «Биоразнообразие и устойчивое развитие» Никитский ботанический сад – Симферополь, 15–19 сент. 2014 г. – Симферополь, 2015. – С. 124–126.
4. Чернова О.В. Проблемы создания Красной книги почв черноземной зоны России // Почвоведение. – 2002. – № 12. – С. 1495–1500.
5. Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации / Гл. ред. Г.В. Добровольский, отв. ред. О.В. Чернова, В.В. Снакин, Е.В. Достовалова, А.А. Присяжная – М.: НИИ- Природа - Фонд «Инфосфера», 2012. – 478 с.
6. Голушов П.В., Лисецкий Ф.Н. Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та. – 2005. – 232
7. Ергина Е.И. Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове – Симферополь, ИТ «Ариал», 2017. – 220 с.
8. Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. – 2010. – № 6. – С. 643–657.
9. Светличный А.А., Черный С.Г., Швобс Г.И. Эрозиведение: теоретические и прикладные аспекты: Монография – Сумы: Ун-тская книга, 2004. – 410 с.
10. Чорный С.Г., Ергина Е.И. К вопросу о классификации эродированных почв Крыма // Геополитика и экогеодинамика. – 2010. – Т. 6. – Вып. 1. – С. 49–53
11. Ergina E.I. Modeling of the development of humus horizons in soils of Crimea // Eurasian Soil Science. – 2017. – V. 50. – № 1. – P. 14
12. Ергина Е.И. Моделирование процесса формирования гумусового горизонта почв во времени в Крыму // Почвоведение. – 2017. – № 1. – С. 17–23.
13. Шоба С.А., Герасимова М.И., Таргульян В.О., Урусевская И.С., Алябина И.О., Макеев А.О. Почвообразующий потенциал природных факторов // Генезис, география и экология почв: сб. науч. труд. Междунар. конф. – Львов, 1999. – С. 90–92.
14. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования – М.: Наука, 1974. – 126 с.

Поступила в редакцию 24.01.19

После доработки 20.02.19

Принята к публикации 05.03.19