

УДК 631.48 (477.75)

Е.И. Ергина

## **Современный почвообразующий потенциал климата Крымского полуострова<sup>2</sup>**

Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь,  
Российская Федерация  
e-mail: [ergina65@mail.ru](mailto:ergina65@mail.ru)

**Аннотация.** Предложено оценивать климатический потенциал почвообразующих факторов на основе расчета энергетических затрат на почвообразование. Рассмотрены особенности динамики основных метеоэлементов Крымского полуострова, определены основные тенденции изменения тепло- влагообеспеченности, и их влияние на энергетические затраты на почвообразование, определяющие особенности формирования рецетных почв в современных условиях. Энергетические затраты на почвообразование в последнее время имеют тенденцию к увеличению, но установлено, что в условиях современных внутривековых изменений возможности климатической системы не достаточны для кардинальных изменений почв в пределах видов и родов.

**Ключевые слова:** климатические факторы, энергетические затраты на почвообразование

### **Введение**

Исходя из концепции полигенетичности и гетерохронности почв, мы признаем, что в современных условиях в почвах сочетаются признаки и свойства, образованные как факторами почвообразования, наблюдаемыми в настоящее время, так действовавшими в прошлом и теперь исчезнувшими или изменившимися. Для анализа влияния экзогенных факторов на процессы формирования почвы, среди которых значительная роль принадлежит климату, необходимо определить почвообразующий потенциал климата, который оценивается способностью изменять данный почвообразующий субстрат за определенный отрезок времени в наиболее сложно организованную, равновесную и устойчиво функционирующую почвенную систему (тело, покров) [1]. При анализе влияния климатического фактора на процессы формирования современных почв, необходимо учитывать тенденции изменений климата. Установлено, что изменение глобального климата на протяжении XX века и до настоящего времени происходит под влиянием глобального потепления. Начался этот процесс в начале XX века. В северном полушарии преобладало потепление климата, особенно хорошо выраженное в Арктике. В средних широтах потепление было не столь выраженное – в основном стали теплее зимы, температура летом испытывала меньшую динамику. Начиная с 40-х годов,

---

<sup>2</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Крым в рамках научного проекта № 15-45-01022 p\_юг\_a

температура в северном полушарии начала снижаться, а в конце 60-х годов вновь проявилась тенденция к ее повышению. Одновременно было установлено, что в разных районах северного полушария ход температуры существенно отличается от преобладающего тренда [2]. Наибольшей динамики процессы изменения метеоэлементов достигли в последние десятилетия.

При установлении связей в системе «почва-климат» важно учитывать нелинейность влияния показателей тепла и влаги на эффективность почвообразующего процесса. Часто, именно этой причиной можно объяснить невысокую результативность почвенно-климатических корреляций при использовании некоторых комплексных показателей, не говоря уже о более простых характеристиках тепло- и влагообеспеченности почвенно-географических зон. На наш взгляд, хорошие перспективы имеет дальнейшее развитие биоэнергетического подхода, предложенного В. Р. Волобуевым. Им разработан способ оценки эффективности почвообразующего процесса с помощью функции  $Q$  – годовой величины затрат радиационной энергии на почвообразование. Формула вычисления величины  $Q$  в МДж/(м<sup>2</sup> год) имеет следующий вид [3]:

$$Q = 41,868 \left[ R \cdot e^{-18,8 \frac{R^{0,73}}{P}} \right], \quad (1)$$

где  $R$  – радиационный баланс, ккал/(см<sup>2</sup> \* год);  
 $P$  – годовая сумма осадков, мм.

Расчетная величина затрат радиационной энергии на почвообразование ( $Q$ ) вполне отражает вклад гидротермических факторов в формирование гумусового горизонта почв. Величина энергетических затрат на почвообразование хорошо картируется и отражает пространственные закономерности формирования почвенного покрова Крымского полуострова под влиянием климатических факторов [4].

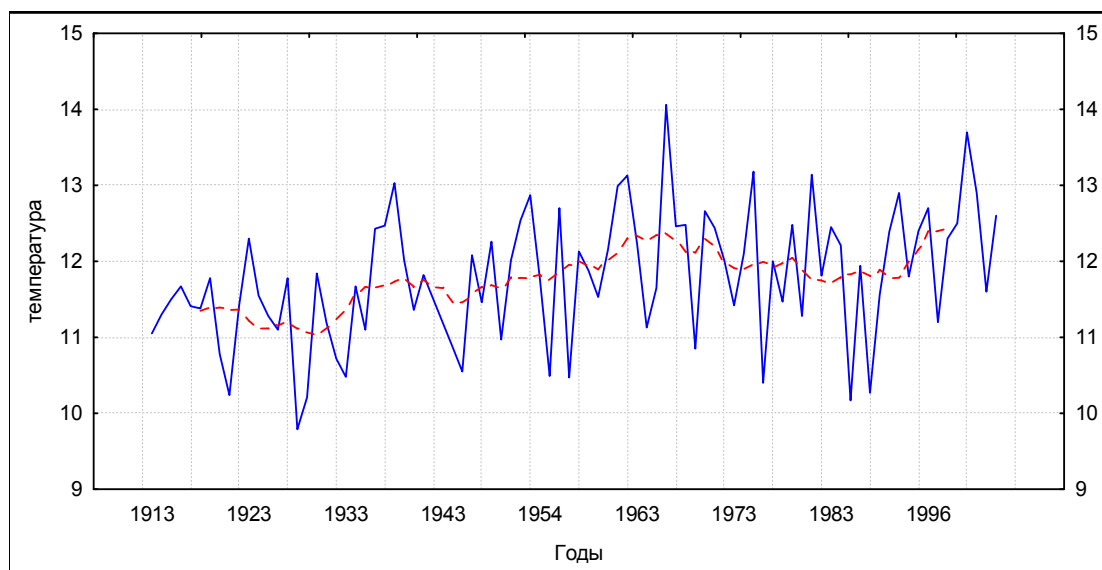
Общие тенденции динамики климатической системы Крымского полуострова описаны нами в работах [5;6;7], в которых характеризуется современное состояние климатической системы полуострова и процессы изменения климата на протяжении последних 30 лет. Теоретические разработки относительно оценки почвообразующего потенциала почвообразующих факторов приведены на страницах публикаций российских ученых, в частности в работе коллектива авторов С.А. Шобы, М.И. Герасимовой и В.А. Таргульяна [1]. В существующих публикациях, появившихся на страницах отечественных и зарубежных изданий последних лет, предлагается использовать биоэнергетический и энергетический подходы к определению потенциала климата Крымского полуострова [4;5;6;7;8]. Биоклиматический потенциал предгорного Крыма определен с использованием дендрохронологического метода, охарактеризован в работе [6].

Целью данной статьи является исследование влияния существующих тенденций климатических изменений на процессы формирования современных (рецентных) почв на территории Крымского полуострова. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

определение основных трендов условий тепло- влагообеспеченности; ритмики и прогноза вероятных изменений энергетических затрат на почвообразование на территории Крыма.

### Результаты и обсуждение

Тенденции изменений температур и осадков на территории Крымского полуострова рассмотрим на примере репрезентативных метеостанций. Так по результатам наблюдений на метеостанции Феодосия и Симферополь [9] среднегодовые температуры в Феодосии в течение 85 лет (с 1912 г..) изменялись в пределах от 9,76 до 14,06 °С (рис. 1).

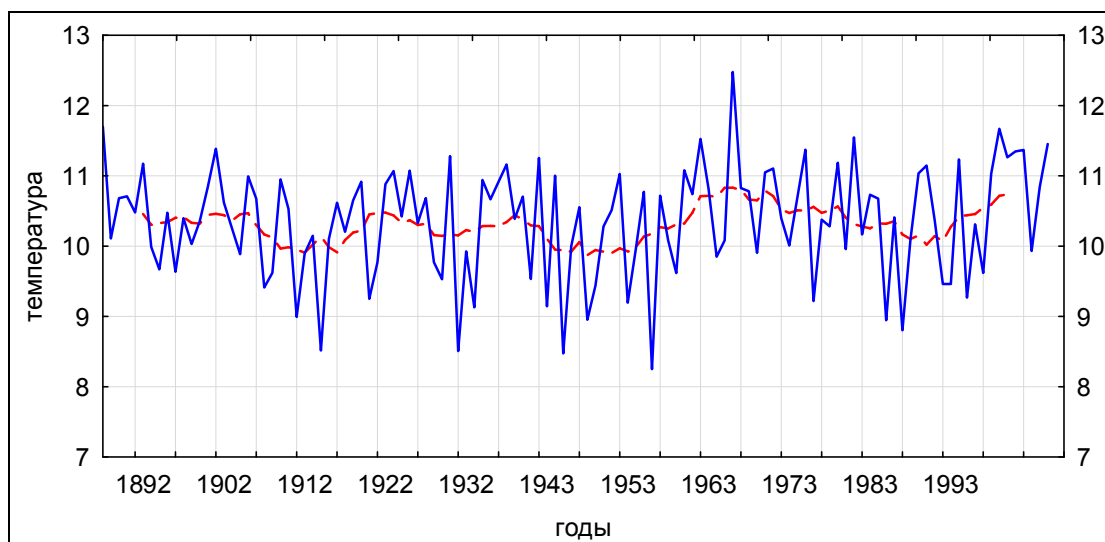


**Рис. 1.** Динамика среднегодовой температуры воздуха в Феодосии (пунктиром сглаженный ряд методом 11-летнего скользящего среднего)

На метеостанции Симферополь с 1887 по 2007 годы [9] (рис. 2), среднегодовые температуры в течение 120 лет менялись в пределах 8,2 – 12,5 °С.

На рисунках четко видна тенденция к увеличению среднегодовых температур в течение всего периода наблюдений, четко прослеживаются циклы с 11-летним периодом, что обусловлено влиянием солнечной активности. Анализ тенденций изменения средних температур воздуха в июне и январе показывает, что увеличение среднегодовых значений происходит за счет летних температур [10]. При изучении динамики температурных показателей на метеостанциях Керчи, Ялты, Черноморского и Феодосии, по данным архивных и фондовых материалов Крымского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды необходимо отметить, что за период инструментальных исследований весомых значений отклонения тренда повышения температур в исследованных районах не наблюдается только в Ялте, на других метеостанциях тренд к повышению температуры сохраняется.

В период наиболее интенсивного потепления климата в XX веке начиная с 1975 года, наблюдается уменьшение амплитуды колебаний осадков из года в год.



**Рис. 2.** Динамика температуры воздуха на метеостанции Симферополь (пунктиром сглаженный ряд методом 11-летнего скользящего среднего)

То есть режим осадков стабилизировался и находился в пределах среднемноголетнего значения, и лишь в конце XX века количество осадков увеличилось [11]. Несколько иная картина наблюдается на территории Крымского полуострова. Так, использованные, для анализа, данные метеостанции Симферополь показали значительное варьирование среднегодовых сумм осадков значений при диапазоне их значений от 352 до 831 мм. И сохраняется тенденция к увеличению количества осадков. Так среднемноголетние значения сумм количества осадков за период с 1975 по 2000 год в сравнении с периодом 1961–1990 годы выросли с 503 мм до 530 мм, а за период с 1986–2005 годы количество осадков увеличилось на 11,5% и составило 561 мм. Необходимо отметить тот факт, что увеличение количества осадков произошло за теплый период (апрель–сентябрь). Незначительное повышение количества осадков наблюдается и на побережьях морей, кроме территории Южного берега Крыма, в зоне субсредиземноморского климата. Здесь наблюдается тренд в сторону уменьшения количества осадков в последние десятилетия [10].

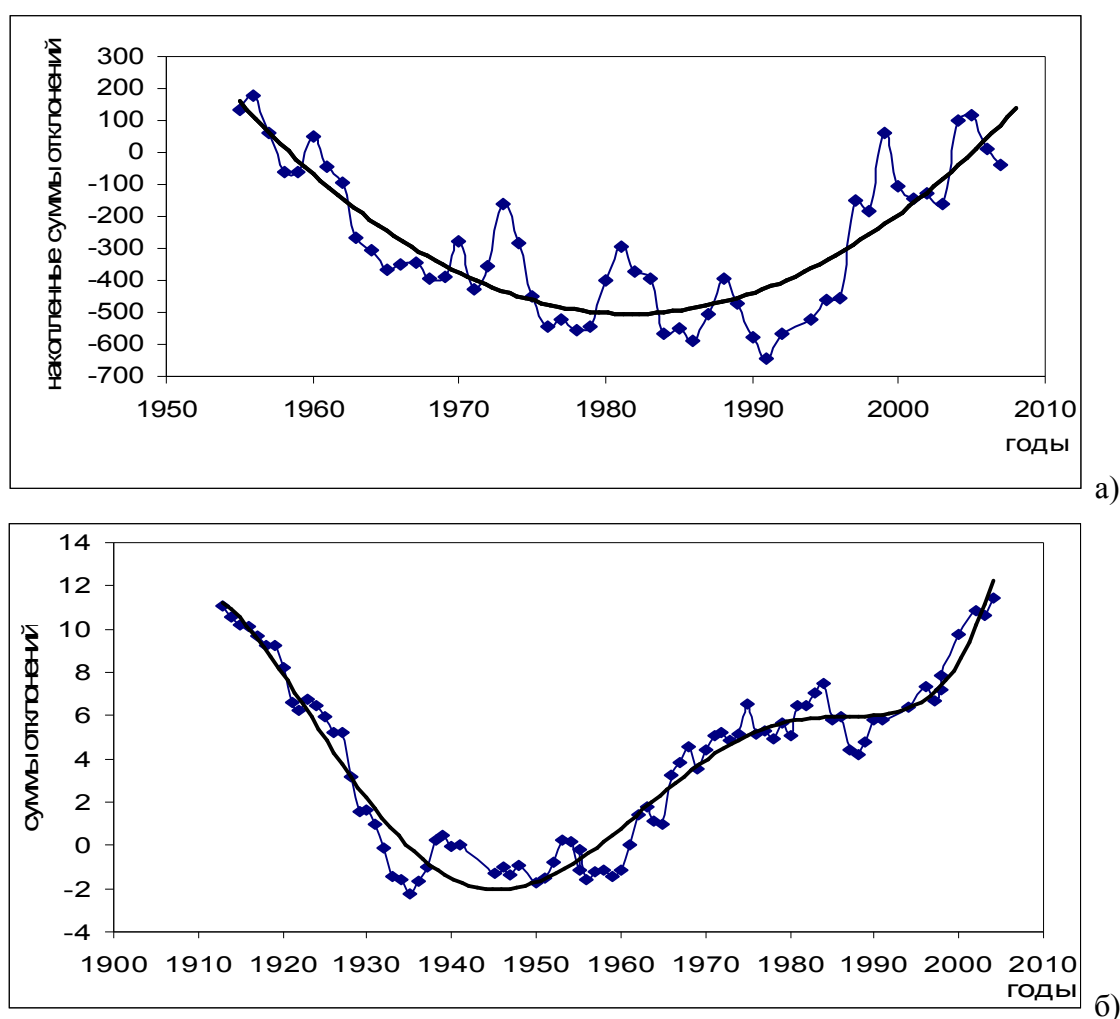
Устойчивые периоды внутривековых циклов изменения условий тепло- и влагообеспеченности, выраженные с помощью интегральных кривых отклонений от среднегодовых значений, показаны на рис. 3. Закономерности, обнаруженные таким образом, могут определить ритмику режимов функционирования почвенной системы, которые продолжают реализовываться.

Среднегодовое количество осадков, начиная с 50-х гг. XX в. и к середине 80-х гг. XX в., в целом способствовало формированию засушливых условий, для которых можно выделить минимум в период с 1961 по 1990 гг., когда среднегодовое количество осадков было меньше, нежели в предыдущие и последующее время на 22 мм. В период с 1970 по 2008 годы, наоборот, наблюдается увеличение количества осадков в сравнении с среднемноголетними значениями (табл. 1).

**Таблица 1.**  
**Отклонение от нормы среднемноголетних температур воздуха и осадков**  
**за период 1970-2008 гг.**

Метеоэлемент	Метеостанция				Среднее
	Керчь	Феодосия	Ялта	Черноморское	
Температура	0,2	0,2	0,0	0,3	0,3
Осадки	21,2	88,3	-78,4	8,1	-7,8

Анализ интегральных сумм отклонений от нормы среднегодовых температур воздуха (рис. 3) показывает, что со второй половины 60-х гг. XX в. в степном и предгорном Крыму климат начал меняться в сторону потепления и большого увлажнения.



**Рис. 3.** Интегральные суммы отклонений от нормы среднегодовых температур воздуха (по данным метеостанции Феодосия) (а) и интегральные суммы отклонений от нормы годовых сумм атмосферных осадков (по данным метеостанции Симферополь) (б)

Анализ рисунка 3 свидетельствует, что среднегодовая температура воздуха

при высокочастотных колебаниях достаточно определенно снижалась с 80-х гг. XIX в. к середине 60-х гг. XX в. Причем на протяжении периода с 1898 по 1965 годы формировался относительный внутривековой минимум. В распределении годовых сумм осадков можно выделить такой минимум в период с 1927 по 1965 гг., когда среднегодовое количество осадков было меньше, чем в предыдущий и последующий периоды. Затем климат стал меняться в сторону потепления и большого увлажнения. Большая часть их связана с климатической изменчивостью.

Анализ периодограммы и спектральной плотности основных метеоэлементов, которые мы анализировали выше, и энергетических затрат на почвообразование указывает на присутствие гармонических составляющих с периодами продолжительностью 3-5 лет, а также 11, 22, 37-40, 56 лет (табл. 2). Так цикл со средней продолжительностью 50-60 лет, связан с изменением гидротермических условий; 40-летний цикл близок к циклам, определенным А.В. Шнитниковим и обусловленных изменчивостью увлажнения на многих территориях [12]; а первопричиной возникновения 22-х и 11-летних циклов, являются солнечно-земные связи.

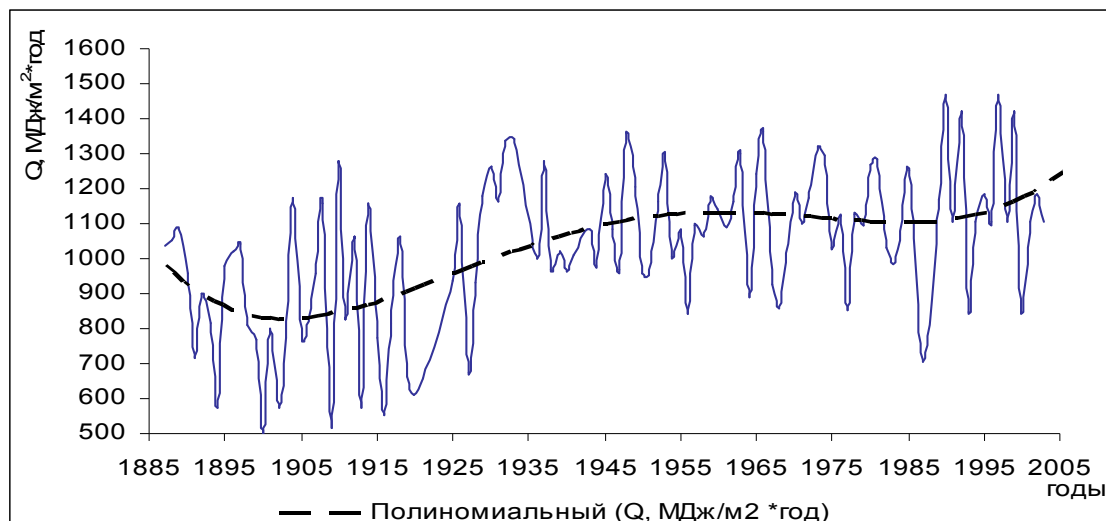
**Таблица 2.**

**Периоды климатических и комплексных характеристик**

Показатель	Период, годы							
	2-5	6-8	10-11	14	22-23	29-30	38-40	56-58
Среднегодовые температуры, °С	+	-	+	+	+	-	-	+
Сумма осадков, мм	+	+	+	+	+	+	+	+
Энергетические затраты на почвообразование МДж/м <sup>2</sup> год	+	-	+	+	+	+	+	+

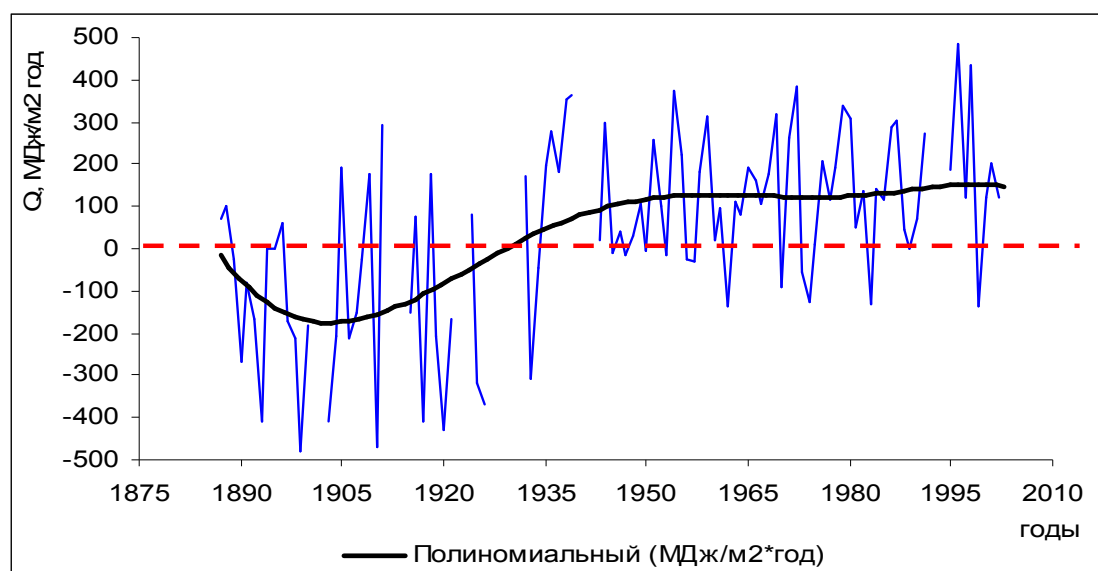
После расчета значений энергетических затрат на почвообразование за период наблюдений с 1894 по 2005 (рис. 4), можно выделить основные этапы изменения этого показателя в течение периода наблюдения. С конца XIX века и до середины 30-х годов XX века условия тепло- и влагообеспеченности территории были менее благоприятными по сравнению с современным этапом (700-950 МДж/м<sup>2</sup> год), что привело к угнетению зональной растительности, снижению прироста древесины, урожайности сельскохозяйственных культур, биопродуктивности растительности. Затем наступил период повышения энергетических затрат (до 1100-1200 МДж/м<sup>2</sup> год), который сменился коротким периодом более низких значений в последние десятилетия прошлого века. С 2000-х гг. наблюдается устойчивая тенденция повышения энергетических затрат на почвообразование.

Таким образом, по результатам временного анализа метеорологических параметров можно предположить, что в течение позднего голоцена внутренние межгодовые колебания энергетического потенциала почвообразования находились в пределах  $\pm 2$  МДж/м<sup>2</sup> в год или не более 1% от нормы, характеризующий весь период голоцена в истории развития почв. Поэтому показатели динамики с такими амплитудами, которые представлены на рис. 5, не могут привести к эволюционным изменениям [4].



**Рис. 4.** Динамика коэффициента биоклиматического потенциала территории

Используя расчетный метод оценки потенциальных возможностей региональной климатической системы, мы имеем возможность оценить величины климатических параметров, способных обеспечить почвенные изменения эволюционной размерности. По данным рис. 2 и 3 амплитуда внутривековых колебаний среднегодовых температур достигает  $2^{\circ}\text{C}$ , а сумм осадков до 18%. Это эквивалентно отклонению от нормы энергетических затрат на почвообразование до  $180 \text{ МДж/м}^2 \text{ год}$ , что несколько больше, чем фактические изменения энергетики почвообразования (рис. 5).



**Рис. 5.** Отклонение от среднего многолетнего значения (пунктиром) энергетических затрат на почвообразование

Таким образом, при устойчивых изменениях климата такого порядка в пределах равнинной территории Крымского полуострова была потенциальная

возможность пульсирующей миграции почвенно-географических подзон в размерности межвозрастных колебаний на 43–52 км. Правомерность этой гипотезы усиливает подход, основанный на эргодичности как пространственно-временного компенсационного явления, допускающего возможность проводить замены оценок во времени оценками в пространстве и наоборот. Поэтому для условий Крымского полуострова, где ширина распространения ареалов черноземов южных находится в пределах 20 км, черноземов предгорий – 30-35 км, каштановых почв – 40 км, возможность трансформирующей эволюции почв на протяжении всего голоцена может быть признана достаточно обоснованной [4].

### Выводы

С середины 50-х годов и до середины 60-х прошлого века в Крыму (особенно в предгорье и в степных районах) наблюдается незначительная тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха. Затем в период с 1965 до середины 80-х следует более прохладный цикл. И с середины 80-х годов и до настоящего времени наблюдается незначительное повышение температур.

Энергетические затраты на почвообразование имеют устойчивую тенденцию к увеличению, но пока не превышают величин, которые привели бы к кардинальным изменениям почв. Для возникновения таких процессов, достаточно условий для повышения значений энергетических затрат на почвообразование в пределах 200 МДж/м<sup>2</sup>·год, что возможно при изменении среднегодовой температуры на 2°С, и осадков более, чем на 18% в масштабах внутривекового цикла.

### Литература

1. Шоба С.А., Герасимова М.И., Таргульян В.О. Почвообразующий потенциал почвообразующих факторов // Генеза географія та екологія ґрунтів. Львів. 1999. С. 90–92
2. Изменение климата, 2007 г.: обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / [Пачаури Р.К., Райзингер А. и основная группа авторов]. Женева: МГЭИК. 104 с.
3. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974. 126 с.
4. Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. 2010. № 6. С. 643–657.
5. Ергина Е.И., Лисецкий Ф.Н. Климатическая обусловленность почвообразования в Крыму // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. География. 2010. Т. 23 (62). №1. С. 52–60.
6. Ергина Е.И., Лисецкий Ф.Н., Акулов В.В., Репецкая А.И., Новикова Ю.А. Дендроклиматические исследования условий произрастания Сосны Крымской или Палласа // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. География. 2011. Т. 24(63). № 3. С. 3–10.



7. Ergina E., Mykhailov V. Analysis of current trends of climate change in the Ukrainian sector of the Black Sea // 3rd Bi-annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint Conference (Одеса, 1-3 листопада 2011). Одеса. 2011. С. 170–171
8. Lisetskii F.N., Ergina E.I. Soil formation in the Mediterranean type of Climate, Sound Cost of the Crimea // 6 International Meeting on Soils with Mediterranean type of Climate/ Barcelona (Spain). Barcelona. 2003. P. 454–456.
9. Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Система обслуживания гидрометеорологической информацией Cliware [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>
10. Современные ландшафты Крыма и сопредельных территорий: монография / науч. ред. Позаченюк Е.А. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
11. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
12. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария // Записки геогр. общества СССР. 1975. 15 с.

E.I. Yergina

---

***Modern soilformation potential the climate of the Crimean peninsula***

---

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy,  
Simferopol, Russian Federation  
e-mail: [ergina65@mail.ru](mailto:ergina65@mail.ru)

Proposed to estimate the potential climate -forming factors based on the calculation of energy costs on soil formation. The features of the dynamics of basic meteorological parameters of the Crimean peninsula, the basic trends in the heat - moisture content and their impact on energy costs on soil formation, defining features of soil formation resents in modern conditions. Found that energy costs on soil formation lately tend to increase, but determined that the conditions of modern possibilities of inter- changes of the climate system are not sufficient to drastic changes in soil within species and genera.

**Key words:** climatic factors, recent, energy costs on soilformation

***References***

1. Shoba S.A, Gerasimova M.I., Targul'jan V.O. Pochvoobrazujushhij potencial pochvoobrazujushhij faktorov // Geneza geografija ta ekologija rruntiv. L'viv. 1999. S. 90–92
2. Izmenenie klimata, 2007 g.: obobshhajushhij doklad. Vklad rabochih grupp I, II i III v Chetvertyj doklad ob ocenke Mezhpriatel'stvennoj grupy jekspertov po izmeneniju klimata / [Pachauri R.K., Rajzinger A. i osnovnaja gruppa avtorov]. Zheneva: MGJeIK. 104 s.
3. Volobuev V.R. Vvedenie v jenergetiku pochvoobrazovanija. M.: Nauka, 1974. 126 s.

4. Liseckij F.N., Ergina E.I. Razvitie pochv Krymskogo poluostrova v pozdnem golocene // Pochvovedenie. 2010. № 6. S. 643–657.
5. Ergina E.I., Liseckij F.N. Klimaticheskaja obuslovlennost' pochvoobrazovanija v Krymu // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. 2010. T. 23 (62). №1. S. 52–60.
6. Ergina E.I., Liseckij F.N., Akulov V.V., Repeckaja A.I., Novikova Ju.A. Dendroklimaticheskie issledovanija uslovij proizrastanija Sosny Krymskoj ili Pallasa // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografija. 2011. T. 24(63). № 3. S. 3–10.
7. Ergina E., Mykhailov V. Analysis of current trends of climate change in the Ukrainian sector of the Black Sea // 3rd Bi-annual BS Scientific Conference and UP-GRADE BS-SCENE Project Joint Conference (Odesa, 1-3 listopada 2011). Odesa. 2011. S. 170–171
8. Lisetskii F.N., Ergina E.I. Soil formation in the Mediterranean type of Climate, Sound Cost of the Crimea // 6 International Meeting on Soils with Mediterranean type of Climate/ Barcelona (Spain). Barcelona. 2003. R. 454–456.
9. Mirovoj centr dannyh (VNIIGMI-MCD). Sistema obsluzhivaniya gidrometeorologicheskoy informaciej Sliware [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html>
10. Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nyh territorij: monografija / nauch. red. Pozachenjuk E.A. Simferopol': Biznes-Inform, 2009. 672 s.
11. Klimat Ukraïni / za red. V.M. Lipins'kogo, V.A. Djachuka, V.M. Babichenko. K.: Vid-vo Raevs'kogo, 2003. 343 s.
12. Shnitnikov A.V. Izmenchivost' obshhej uvlazhnennosti materikov severnogo polusharija // Zapiski geogr. obshhestva SSSR. 1975. 15 s.

*Поступила в редакцию 26.07.2015 г.*