

УДК 631.421.2:631.484

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-4-599-608

**ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ГУМУСА  
ПОЧВ ГОРНОГО АЛТАЯ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ КЛИМАТА****ESTIMATION OF THE DEPENDENCE OF HUMUS COMPONENT CORRELATION  
OF MOUNTAIN ALTAI SOILS ON CLIMATE ELEMENTS**

*Н.Н. Рябова<sup>1</sup>, Е.Г. Захарова<sup>2</sup>, М.И. Дергачева<sup>2</sup>*  
**N.N. Ryabova<sup>1</sup>, E.G. Zakharova<sup>2</sup>, M.I. Dergacheva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Томский сельскохозяйственный институт, филиал ФГБОУ ВО  
«Новосибирский государственный аграрный университет»  
Россия, 634050, г. Томск, ул. Карла Маркса, 19  
<sup>2</sup>ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН  
Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2

<sup>1</sup> Tomsk Agricultural Institute, Branch of Federal State-Funded Educational Institution  
of Higher Education “Novosibirsk State Agrarian University”  
19 Karl Marx St, Tomsk, 634050, Russia  
<sup>2</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry, SB RAS  
8/2 Lavrentieva Ave, Novosibirsk, 630090, Russia

E-mail: naryb@vtomske.ru; mid555@yandex.com

**Аннотация**

Представлены результаты, отражающие зависимость соотношения компонентов гумуса почв Горного Алтая от условий увлажнения. Обнаружена статистически значимая тесная корреляционная связь между индексом эффективной увлажненности почв  $H_f$  и величиной  $C_{гк}:C_{фк}$ . Выявлено, что основные типы почв Горного Алтая, расположенные по возрастанию индекса эффективного увлажнения –  $H_f$  – представляют собой закономерный ряд с максимальными величинами  $C_{гк}:C_{фк}$  в почвах, сформированных в условиях педокосма сбалансированного увлажнения. Абсолютные величины  $C_{гк}:C_{фк}$  в почвах аридного и гумидного педокосмов на территории Горного Алтая при резко различающихся гидротермических условиях могут лежать в одинаковых диапазонах значений. Достоверные различия их выявляются только по доле фульвокислот наиболее подвижной фракции.

**Abstract**

Published results of researches of the soil humus composition in the aspect of using it as a recent base for the diagnostics and reconstruction of paleoenvironment require a multidimensional comprehension. It is rational to resolve issues tied to the analysis, estimation, and prognosis of behavior soils and humus components in changing environment through the probabilistic and statistical methods, which corresponds to natural variability of soil even within the limits of homogeneous objects. Results of the research of conditions of the humus composition formation of the Mountain Altai soils revealed a statistically important dependence of the value  $C_{ha}:C_{fa}$  on climate parameters. The estimation of this connection made it possible to reveal some regularities of the humus component variability in changing conditions of humidification. It was revealed that the main types of soils of Gorny Altai, located by the increase of the effective moisture index –  $H_f$  – are a regular series with the maximum values of  $C_{ha}:C_{fa}$  in the soils formed in the conditions of the pedocosm of balanced moistening. The absolute values of  $C_{ha}:C_{fa}$  in the soils of the arid and humid pedocosms in the territory of Gorny Altai under sharply differing hydrothermic conditions may lie in the same ranges of values. The graph of the connection of the parameter  $C_{ha}:C_{fa}$  and of the effective moisture index of the examined soils demonstrate a close correlation between them.



**Ключевые слова:** климат, температура, соотношение гумусовых веществ, увлажнение, гидрофактор, педокосм, экологические условия, вариабельность, Горный Алтай.

**Key words:** climate, temperature, relation of humic substances, moistening, hydrofactor, pedocosm, soil, environmental conditions, variability, Altai Mountains.

## Введение

В настоящее время большинство характеристик состава гумуса наиболее распространенных типов и подтипов почв и закономерности его изменения в связи с условиями формирования в целом установлены. Более того, в последние десятилетия появился ряд работ, в которых обсуждаются количественные связи разных показателей системы гумусовых веществ с отдельными параметрами климатических и других условий формирования почв [Rahman et al., 1996; Орлов и др., 1996, 1997; Ryzhova, 1998; Дергачева и др., 2002, 2007, Дергачева, Рябова, 2005; Ryzhova, Podvezennaya, 2008; Рябова и др., 2015; Bobrik et al. 2015; Kostenko, 2017; Дергачева, 2018; и др.]. Соотношение основных компонентов гумуса –  $C_{гк}:C_{фк}$  – уже давно используется при решении вопросов, связанных с диагностикой палеоприродной среды: сначала как один из набора диагностических характеристик, разработанных для современных почв и используемых в палеопочвоведении [Чичагова, 1961; Морозова, Чичагова, 1968; Сиренко, Турло, 1986; и др.], позднее – с 90-х гг. XX в. – как один из комплекса признаков, лежащих в основе педогумусового метода диагностики и реконструкции палеоприродной среды, основанного на том, что система гумусовых веществ почв среди прочих почвенных компонентов формирует память почв, поскольку ее специфические признаки сохраняются в течение длительных, соизмеримых с геологическими масштабами, периодов и несут информацию об условиях своего формирования [Дергачева, 2018]. Использование отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  современных почв разных природных зон, поясов, фаций для поиска среди них аналогов изучаемым и диагностируемым палеопочвам с последующим определением условий их формирования требует наличия как можно более широкого набора показателей, отражающих специфичность климата, при котором формируются гумусовые вещества с определенными количественными параметрами их состава и свойств. Кроме того, при решении задач, связанных с анализом, оценкой и прогнозом поведения почв в целом и отдельных их компонентов в меняющейся природной обстановке, совокупность широкого набора сведений о количественных связях исследуемого объекта с отдельными разнообразными показателями климата могут облегчить решение названных проблем. И.А. Соколов [2004] подчеркивал, что среди климатических характеристик наибольшее влияние на почву оказывает увлажненность – интегральная характеристика климата, отражающая соотношение тепла и влаги. Именно увлажненность определяет качественные рубежи изменения почвенных процессов и выделяется как фактор, обуславливающий смену почв в географическом пространстве [Соколов, Конюшков, 2002]. Изменения свойств почв, зависящие от флуктуаций увлажненности – резкие, температуры – постепенные. Более того, в гумидном и аридном педокосмах закономерности влияния климата на элементарные почвенные процессы (в частности, гумусообразование) могут существенно отличаться, иногда представляя противоположность.

Наши исследования касались именно этого аспекта, что обусловлено также тем, что ранее В.Р. Волобуев [Волобуев, 1953, 1963] предложил индекс  $H_f$ , характеризующий изменение условий увлажнения почв при различных соотношениях среднегодового количества осадков ( $P$ ) и среднегодовой температуры ( $T$ ), для расчета которого требуются

только параметры климата, доступные любому исследователю. Однако оценки количественных связей величины широко применяемой характеристики системы гумусовых веществ ( $C_{гк}:C_{фк}$ ) с индексом эффективной увлажненности ( $H_f$ ) в современной литературе (тем более для почв Горного Алтая) отсутствуют. Все вышесказанное позволяет считать, что количественные оценки обусловленности соотношения основных компонентов гумусовых веществ именно увлажненностью климата могут представлять практический интерес.

Поскольку имеющиеся в литературе многочисленные материалы свидетельствуют о существенной естественной вариабельности почв и их компонентов даже в пределах однородных объектов, была предпринята попытка осмысления имеющихся материалов, характеризующих соотношение основных компонентов гумусовых веществ в почвах Горного Алтая разных условий формирования и оценка связи их с увлажненностью почв с использованием вероятностно-статистических методов. Согласно современным концепциям пространственной вариабельности почвенных свойств, значение любого почвенного свойства в каждой точке земной поверхности определяется как сумма трёх факторов: детерминированной факторами почвообразования средней величиной показателя, закономерностью (иногда скрытой) распределения на конкретном участке и стохастической вариацией свойств [Dzhongman et al., 1999; Вебстер, 2007].

В данной статье представлены результаты статистической зависимости и оценки вариабельности состава гумуса почв Горного Алтая от индекса эффективного увлажнения –  $H_f$  как одного из интегральных показателей климата, отражающего количественные связи среднегодовых температур и осадков, формулу расчета которого на большом эмпирическом материале, характеризующем условия формирования разных типов почв, вывел В.Р. Волобуев [1953].

Горный Алтай является регионом со сложной историей развития, широким набором современных типов почв и палеопочв, территория которого все более и более используется в хозяйственных целях, что приводит часто к существенному изменению свойств и даже к потере почвенного покрова на значительных участках. В то же время – это регион, где пока есть возможность изучать целинные варианты почв и выявлять закономерности природной обусловленности их свойств.

В силу своего географического положения Горный Алтай характеризуется резко континентальным климатом, параметры которого существенно различаются в разных частях этого региона [Горный..., 1971]. Различия в рельефе, ориентация в пространстве горных хребтов, особенности циркуляции воздуха, неоднозначное положение по отношению к розе ветров обуславливает наличие самых разнообразных сочетаний основных климатообразующих процессов и, как следствие, приводящих к разнообразию комбинаций среднегодовых температур и осадков [Модина, Сухова, 2007]. Так, большие диспропорции наблюдаются в перераспределении осадков, количество которых резко убывает с запада на восток [Модина, 1997]: на наветренных склонах хребтов Центрального, Северо-Восточного и Северо-Западного Алтая может выпадать за год 800–1500 мм осадков (местами до 2000 и более), тогда как на территории Юго-Восточного Алтая – не более 250–300 мм. Поэтому увлажненность почв, судя по величине индекса эффективного увлажнения  $H_f$ , изменяется в больших пределах: в среднем от 200 до 350 условных единиц.



### Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили аналитические данные – выборка объемом  $n = 257$  наблюдений оригинальных и литературных материалов по составу и соотношению гумусовых веществ гумусово-аккумулятивного горизонта современных почв Горного Алтая в пределах высот от 600 до 2300 м над уровнем моря. База данных включает основные характеристики состава гумуса, определяемого по методу В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой в модификации 1968 г. [Пономарева, Плотникова, 1975], а также сведения об условиях формирования каждого конкретного объекта на уровне локальных участков их расположения.

Климатические параметры индивидуальных объектов рассчитывались по уравнениям регрессионной зависимости показателей климата от высоты местности [Дергачева, Рябова, 2005] с учетом экспозиции склонов и положения объектов по отношению к розе ветров [Дергачева, 2018], выведенных на основе обобщения информации метеостанций, расположенных на территории Горного Алтая, а также материалов из научных статей, посвященных климату конкретных территорий этого региона.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы StatSoft STATISTICA 8.0.

Для исследования закономерностей изменения отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  в связи увлажнением использовали индекс эффективной увлажненности почв –  $H_f$  по В.Р. Волобуеву [1953], который рассчитывали по формуле:

$$H_f = 43.2 \cdot \lg P - T,$$

где  $P$  – среднегодовое количество осадков, мм;  $T$  – среднегодовая температура, °С.

Таким образом, с помощью этого показателя можно характеризовать изменение условий увлажнения при различных соотношениях среднегодовых количеств осадков ( $P$ ) и среднегодовой температуры ( $T$ ).

Исследуемая выборка почв, рассматриваемая в данной работе, представлена почвами аридного климата (каштановые, светло-каштановые, горные сухостепные, степные криоаридные), почвами гумидного климата (горно-тундровые, горно-луговые альпийские и субальпийские, горно-мерзлотные дерново-таежные, горно-лесные бурые), а также почвами с относительно сбалансированным увлажнением – черноземами. Все изученные почвы имеют характеристики как минеральной, так и органической части, лежащие в рамках типовых показателей [Дергачева, Рябова, 2005; Дергачева и др., 2002, 2007].

### Результаты исследования и обсуждение

Для всех изученных почв в таблице приводятся среднестатистические характеристики гумусовой составляющей и климатические параметры места их расположения, которые использовались для выявления связей между параметрами состава гумуса и индексом эффективного увлажнения –  $H_f$ .

Таблица  
Table

Основные характеристики гумусовой составляющей в верхнем (0–10 см) слое почв  
и климатические условия их формирования  
The main characteristics of the humus component in the upper (0–10 cm) layer of soils  
and climate conditions of their formation

Почвы* Soils**	Содержание общего органического углерода, %	$C_{гк}:C_{фк}$	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовые температуры воздуха, мм	Индекс Hf
1	2	3	4	5	6
Горно-тундровые Lithic Leptosols	7.57±0.75	0.72±0.02	935±65	-6.5±0.7	303.7±2.3
Горно-луговые Umbric Leptosols	8.40±1.04	0.68±0.03	810±1000	-4.5±0.5	298.1±2.1
Горно-мерзлотные дерновые таежные Umbric Leptosols Dystric	10.01±2.53	0.53±0.03	848±63	-5.1±0.3	297.5±2.4
Горно-лесные бурые Haplic Cambisols Eutric	6.15±0.76	0.89±0.03	788±68	-1.5±0.3	293.5±1.7
Чернозем выщелоченный Voronik Chernozems Pachic	5.34±0.14	1.44±0.04	570±50	-0.7±0.5	276.3±3.4
Чернозем обыкновенный Voronik Chernozems Calcic	6.55±0.69	1.82±0.12	365±650	-0.5±0.3	267.4±3.1
Каштановые Haplic Kastanozems Chromic	2.29±0.35	0.76±0.05	305±65	-3.2±0.8	254.1±3.7
Светло-каштановые Haplic Kastanozems Chromic (Light Chestnuts)	1.05±0.09	0.59±0.03	293±72	-3.1±0.5	249.4±3.6
Горные сухостепные Endosalic Calcisols	4.13±0.53	0.77±0.05	268±17	-0.8±0.5	241.5±1.6
Степные криоаридные Mollic Leptosols Eutric	2.17±1.53	0.73±0.07	155±15	-7.1±0.7	225.7±4.7

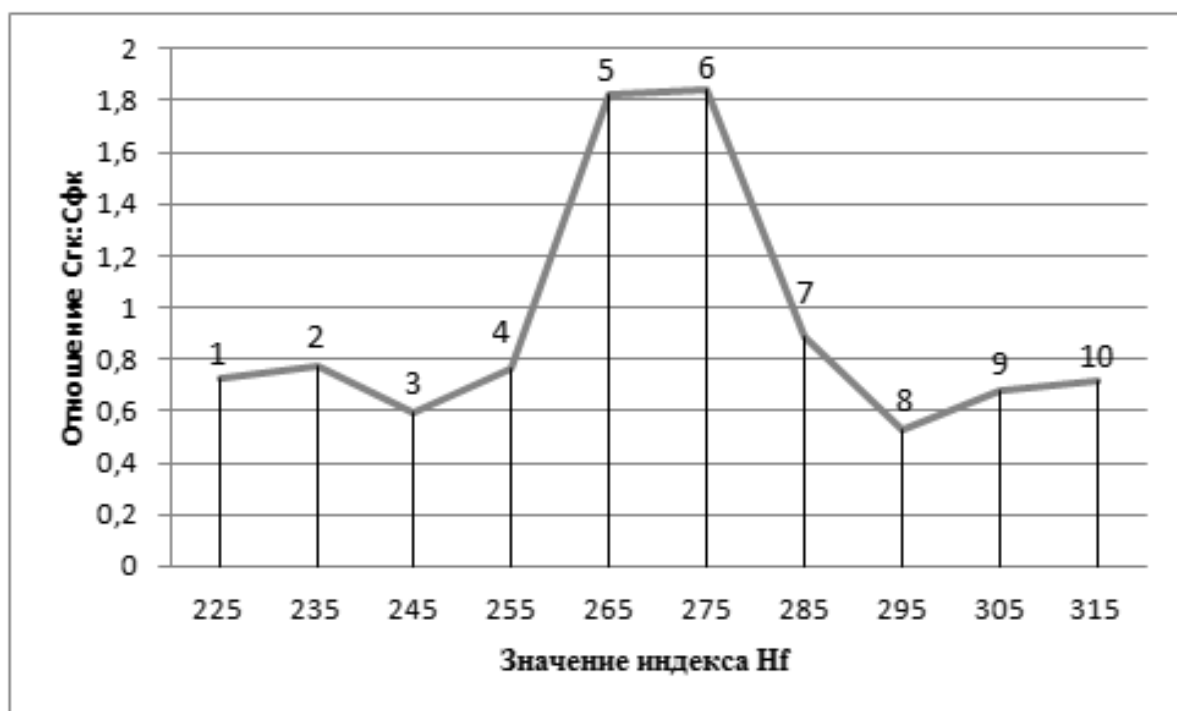
\* по российской классификации 1977 года;

\*\* по классификации WRB–2014

Сопоставление вычисленного индекса с величиной  $C_{гк}:C_{фк}$  в почвах (см. рисунок) обнаружило четкую корреляционную связь ( $r = 0.84$  при уровне значимости  $p=0.01$ ) между данными показателями.

Как демонстрирует представленный выше график, величина  $C_{гк}:C_{фк}$  основных почвенных типов Горного Алтая представляет собой последовательный ряд закономерных изменений в направлении возрастания величины индекса эффективного увлажнения  $H_f$ . Наибольшая величина отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  характерна для почв, расположенных в центре этого ряда изменения увлажненности почв, в климатических условиях, характеризуемых значениями  $H_f$  от 265 до 275, то есть для почв относительно сбалансированного увлажнения. При значениях индекса  $H_f$  менее 255 или более 285 величины отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  резко снижаются.

Анализируя левую и правую ветви данного распределения почв можно обнаружить, что близкие абсолютные значения  $C_{гк}:C_{фк}$  выявляются как в условиях аридного, так и гумидного педокосмов, т.е. при разной увлажненности. Определение причин этого явления путем оценки корреляционной зависимости отдельных групп и фракций в составе гумуса от величины  $H_f$  показало статистически значимую связь только для фульвокислот наиболее подвижной их фракции ( $r=0.68$  при уровне значимости  $p=0.01$ )



Изменение величины  $C_{гк}:C_{фк}$  в основных типах почв Горного Алтая в зависимости от индекса увлажнения –  $H_f$ . Почвы: 1 – степные криоаридные, 2 – горные сухостепные, 3 – светло-каштановые, 4 – каштановые, 5 – чернозём обыкновенный, 6 – чернозём выщелоченный, 7 – горно-лесные бурые, 8 – горно-мерзлотные дерново-таёжные, 9 – горно-луговые, 10 – горно-тундровые почвы

Change of the value  $C_{ha}:C_{fa}$  in the main Mountain Altai soil types depending on the index  $H_f$ . Soils: 1 – steppe cryoarid, 2 – mountain dry steppe, 3 – light chestnut, 4 – chestnut, 5 – ordinary chernozem, 6 – leached chernozem, 7 – mountain forest brown, 8 – mountain permafrost sod-taiga, 9 – mountain meadow, 10 – mountain tundra

Полученный график, иллюстрирующий зависимость показателя  $C_{гк}:C_{фк}$  от условий увлажненности на территории Горного Алтая на основе индекса эффективной увлажненности среды формирования почв не противоречит реальным флуктуациям среднегодовых осадков и их режиму: основное количество влаги приносится в Горный Алтай воздушными массами, поступающими главным образом летом с запада и северо-запада и эти районы получают до 1000 мм/год (и более) осадков, почвы формируются в условиях гумидного климата и испытывают повышенное увлажнение. В то же время районы Юго-Восточного Алтая, изолированные от западных ветров высокими хребтами, отличаются очень низким количеством осадков – менее 300 мм/год, а в отдельных районах – даже 100 мм; почвы формируются в условиях аридного климата при значительной его сухости, особенно в межгорных котловинах. Почвы гумидного и аридного климата проходят два периода, резко отличающиеся по количеству выпадающих осадков – зимний и весенне-летне-осенний: для аридных почв количество осадков зимой составляет лишь 10 % от годового, а для гумидных – 40 %.

Таким образом, отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  исследуемых почв тесно связано с величиной индекса увлажнения  $H_f$ . причем при существенных его отличиях в целом, в разных педокосмах оно может иметь одинаковые абсолютные величины.

### Заключение

Статистический анализ материалов, характеризующих соотношение компонентов гумуса в горизонте А 274-х почв Горного Алтая разных условий формирования показал, что между величиной  $C_{гк}:C_{фк}$  этих почв и индексом эффективной увлажненности  $H_f$ , характеризующим изменение увлажнения при различных соотношениях среднегодовых осадков и температуры обнаружена тесная корреляционная связь ( $r=0.84$  при уровне значимости  $p=0.01$ ). Особенностью распределения почв в пространстве с разной эффективной увлажненностью среды, является закономерность, показывающая, что наибольшие значения соотношения основных компонентов гумуса характерны для почв, расположенных в климатических условиях со значениями  $H_f$  от 265 до 275, которые соответствуют природным обстановкам с относительно сбалансированным увлажнением. При значениях индекса  $H_f$  менее 255 или более 285 величины отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  резко снижаются, и таким образом они могут иметь одинаковые абсолютные значения. в условиях педокосмов с резко различающимися режимами и количественными характеристиками увлажненности природной среды. Однако, в пределах территории аридного или гумидного климата существует определенная закономерность, обусловленная распределением годового и сезонного хода температуры и осадков, определяющих увлажненность природной среды формирования почв.

Вывод, полученный нами при выполнении оценки связей качества гумуса и индекса эффективного увлажнения среды сам по себе не нов и вполне очевиден, но он позволяет обратить внимание исследователей на возможность использования легко рассчитываемого и четко отражающего эти связи показателя климатических условий развития почв – предложенного В.Р. Волобуевым индекса эффективной увлажненности  $H_f$ , который может использоваться при поиске аналогов современных почв и палеопочв не только по соотношению компонентов гумуса, а и другим почвенным параметрам с последующим использованием их при реконструкции климатических условий формирования почв, выявления закономерностей изменения природной среды



в ретроспективе и при обосновании прогнозов поведения почв в меняющейся природной обстановке.

### Список литературы

### References

1. Вебстер Р. 2007. Почвоведение и геостатистика. В кн.: Геостатистика и география почв. М., Наука: 8–18.  
Vebster R. 2007. Soil science and geostatistics. In: Geostatistics and soil geography. Moscow, Nauka: 8–18. (in Russian)
2. Волобуев В.Р. 1953. Почвы и климат. Баку, Изд-во АН АзССР, 259.  
Volobuev V.R. 1953. Soils and climate. Baku, AN AzSSR Publ.: 259. (in Russian)
3. Волобуев В.Р. 1963. Экология почв. Баку, Изд-во АН АзССР, 549.  
Volobuev V.R. 1963. Soil ecology. Baku, AN AzSSR Publ., 549. (in Russian)
4. Горный Алтай. 1971. Томск, Изд-во ТГУ, 252.  
Mountain Altai. 1971. Tomsk, Publishing house TGU, 252. (in Russian)
5. Дергачева М.И. 2018. Система гумусовых веществ как основа диагностики палеопочв и реконструкции палеоприродной среды. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 294.  
Dergacheva M.I. 2018. The system of humic substances as the basis for the diagnosis of paleosols and the reconstruction of the paleo-natural environment. Novosibirsk, SB RAS Publ., 294. (in Russian)
6. Дергачева М.И., Гончарова Н.В., Феденева И.Н. 2002. Гумус современных почв Горного Алтая как основа диагностики природной среды и климатов прошлого. В кн.: Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири. Новосибирск: Изд-во ИАиЭт СО РАН: 122–133.  
Dergacheva M.I., Goncharova N.V., Fedeneva I.N. 2002. Humus of modern soils of Gorny Altai as the basis for diagnostics of the natural environment and past climates. In: The basic laws of global and regional climate change and the natural environment in the late Cenozoic of Siberia. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ.: 122–133. (in Russian)
7. Дергачева М.И., Ковалева Е.И., Рябова Н.Н. 2007. Гумус почв Горного Алтая. Почвоведение, 12: 1416–1421.  
Dergacheva M.I., Kovaleva E.I., Ryabova N.N. 2007. Humus soil Altai Mountains. Eurasian Soil Science, 12: 1416–1421. (in Russian)
8. Дергачева М.И., Рябова Н.Н. 2005. Коррелятивные связи состава гумуса и климатических показателей в условиях горных территорий юга Сибири. Вестник Томского государственного университета, 15: 68–72  
Dergacheva M.I., Ryabova N.N. 2005. Correlative links of the composition of humus and climate indicators in the conditions of the mountainous areas of southern Siberia. Tomsk State University Journal, 15: 68–72. (in Russian)
9. Джонгман Р.Г.Г., Тер Браак С.Дж.Ф., Ван Тонгерен О.Ф.Р. 1999. Анализ данных в экологии сообщества и ландшафтов. М., РАН, 306.  
Dzhongman R.G.G., Ter Braak S. Dzh. F., Van Tongeren O. F. R. 1999. Analyzing data in community ecology and landscapes. Moscow, RAS, 306.
10. Модина Т.Д. 1997. Климаты Республики Алтай. Новосибирск, Изд-во НГПУ, 177.  
Modina T.D. 1997. Climates of the Republic of Altai. Novosibirsk, NGPU Publ., 177. (in Russian)
11. Модина Т.Д., Сухова М.Г. 2007. Климат и агроклиматические ресурсы Алтая. Новосибирск, 180.  
Modina T.D., Sukhova M.G. 2007. Climate and agroclimatic resources of Altai. Novosibirsk, 180. (in Russian)
12. Морозова Т.Д., Чичагова О.А. 1968. Исследование гумуса ископаемых почв и их значение для палеогеографии. Почвоведение, 6: 34–44.



Morosova T.D., Chichagova O.A. The study of humus fossil soils and their importance for paleogeography. *Eurasian Soil Science*, 6: 34–44. (in Russian)

13. Орлов Д.С., Бiryukova О.Н., Рыжова И.М. 1997. Зависимость запасов гумуса от ПБА. *Почвоведение*, 7: 818–822.

Orlov D.S., Biryukova O.N., Ryzhova I.M. 1997. Dependence of humus reserves on PBA. *Eurasian Soil Science*, 7: 818–822. (in Russian)

14. Орлов Д.С., Бiryukova О.Н., Суханова Н.И. 1996. Органическое вещество почв Российской Федерации. М., Наука, 256.

Orlov D.S., Biryukova O.N., Suhanova N.I. 1996. Organic matter of the soils of the Russian Federation. Moscow, Nauka, 256. (in Russian)

15. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. 1975. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных). Л., Наука, 106.

Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. 1975. Methodical instructions for determining humus content and composition in soils (mineral and peat). Leningrad, Nauka, 106. (in Russian)

16. Рябова Н.Н., Дергачева М.И., Захарова Е.И. 2015. Гумусное состояние почв Горного Алтая и его экологическая обусловленность. *Вестник НГАУ (Новосибирский аграрный университет)*, 1: 89–95.

Ryabova N.N., Dergacheva M.I., Zakharova E.I. 2015. The humus state of the soils of Gorny Altai and its ecological conditionality. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy agrarnyy universitet)*, 1: 89–95. (in Russian)

17. Сиренко Н.А., Турло С.И. 1986. Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. Киев, Наукова думка, 186.

Sirenko N.A., Turlo S.I. 1986. The development of soils and vegetation of Ukraine in the Pliocene and Pleistocene. Kiev, Naukova dumka, 186. (in Russian)

18. Соколов И.А. 2004. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск, Гуманитарные технологии, 288.

Sokolov I.A. 2004. Theoretical problems of genetic soil science. Novosibirsk, Humanities technology, 288 (in Russian)

19. Соколов И.А., Конюшков Д.Е. 2002. О законах генезиса и географии почв. *Почвоведение*, 7: 777–788.

Sokolov I.A., Konyushkov D.E. 2002. On the laws of the genesis and geography of soils. *Eurasian Soil Science*, 7: 777–788. (in Russian)

20. Чичагова О.А. 1961. О составе гумуса погребенных почв различных типов почвообразования. *Географические сообщения*, 2: 74–76.

Chichagova O.A. 1961. On the composition of humus buried soils of various types of soil formation. *Geographic posts*, 2: 74–76. (in Russian)

21. Bobrik A.A., Goncharova O.Yu., Matyshak G.V., Ryzhova, I.M., Moskalenko N.G., Ponomareva O.E., Ogneva O.A. 2015. Correlation of active layer thickness and landscape parameters of peatland in northern West Siberia (Nadym station). *Earth's Cryosphere (Kriosfera Zemli)*, 19 (4): 31–38.

22. Kostenko I.V. 2017. Relationships between Parameters of the humus status of forest and meadow soils and their Altitudinal Position on the Main Crimean Range. *Eurasian Soil Science (genesis and geography of soils)*, 5: 532–543.

23. Rahman S., Munn L.C., Zhang R., Vance G.F. 1996. Wyoming Rocky Mountain forest soils: Evaluating spatial variability using conventional statistics and geostatistics. *Can. J. Soil Sci*, 76: 501–507.

24. Ryzhova I.M. 1998. Analysis of soil-vegetation systems' sensitivity to changes of climate-dependent carbon turnover parameters. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 263–266.

25. Ryzhova I.M., Podvezennaya M.A., 2008. Spatial variability of the organic carbon pool in soils of forest and steppe biogeocenoses. *Eurasian Soil Sci*. 41: 1260–1267.



**Ссылка для цитирования статьи**  
**Reference to article**

Рябова Н.Н., Захарова Е.Г., Дергачева М.И. Оценка зависимости соотношения компонентов гумуса почв Горного Алтая от элементов климата // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, №4. С. 599–607. doi: 10.18413/2075-4671-2018-42-4-599-607

Ryabova N.N., Zakharova E.G., Dergacheva M.I. Estimation of the Dependence of Humus Component Correlation of Mountain Altai Soils on Climate Elements // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series. 2018. V. 42, №4. P. 599–607. doi: 10.18413/2075-4671-2018-42-4-599-608