



УДК 911.53:631.436

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-3-286-293

**ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ТЕРРИТОРИИ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**ASSESSMENT AGROCLIMATIC POTENTIAL OF THE SOUTH
OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND (THE CASE OF THE BELGOROD REGION)**

**Ж.А. Буряк, Э.А. Терехин
Zh.A. Buryak, E.A. Terekhin**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: buryak@bsu.edu.ru, terekhin@bsu.edu.ru

Аннотация

Статья содержит результаты пространственно-временного моделирования агроклиматического потенциала территории (на примере Белгородской области). Агроклиматические показатели (сумма активных температур, гидротермический коэффициент, коэффициент сухости, коэффициент увлажненности) рассмотрены с учетом их изменчивости в зависимости от геоморфологических условий. Оценена роль рельефа в перераспределении величин радиационного баланса в агроландшафтах на их склоновых позициях. С учетом тенденций климатических изменений последних лет с использованием ГИС-технологий разработана модель пространственного распределения агроклиматического потенциала на территории Белгородской области, основу которой составила бонитировка климата по И.И. Карманову.

Abstract

The article discusses the methodology of spatio-temporal modeling of the agroclimatic potential of the agrolandscapes in the south of the Central Russian Upland (the case of the Belgorod region). Agroclimatic indicators (the sum of active temperatures, hydrothermal coefficient, dry coefficient, moisture coefficient) were considered taking into account their variability depending on geomorphological conditions. The role of the relief in the redistribution of the radiation balance at the slope positions of agrolandscapes was estimated. Taking into account the trends of climatic changes in recent years, using GIS technologies, a model for the spatial distribution of agroclimatic potential on the territory of the Belgorod Region was developed, which was based on a climate bonitet score by I.I. Karmanov. The resulting model can be used both in modern climatic conditions and for retrospective estimates and forecasts. With constant calculated morphometric parameters (slope and exposure), climatic data (sum of active temperatures, radiation balance, annual precipitation) are variable and can be changed in the model depending on the purpose of the assessment. Thus, the developed model allows us to estimate the spatio-temporal variability of the agroclimatic potential of the territory.

Ключевые слова: агроклиматический потенциал, бонитет климата, радиационный баланс, гидротермический коэффициент, теплообеспеченность, влагообеспеченность, продуктивность, рельеф, пространственный анализ, ГИС

Keywords: agroclimatic potential, climate bonitet, radiation balance, hydrothermal coefficient, heat supply, moisture supply, productivity, relief, spatial analysis, GIS

Введение

Исследование современных тенденций развития агроландшафтов не может обойтись без анализа климатической изменчивости, влияющей на продуктивность агроценозов. Климатические изменения сопровождаются ответной реакцией компонентов природной среды. Для условий юга Среднерусской возвышенности за последние десятилетия наблюдается изменения температурных характеристик и условий увлажнения, а также тенденций развития циркуляционных процессов в рамках тридцатилетних внутривековых климатических циклов: увеличение количества осадков примерно на 15 % от многолетней климатической нормы при тенденциях роста как годовых, так и сезонных температур [Лебедева и др., 2017; Lebedeva et al., 2018].

Климатические вариации оказывают также существенное влияние на изменение продуктивности агроэкосистем и придают им аналогичный циклический характер [Акмаров и др., 2014]. Температурный режим, осадки, инсоляция формируют в совокупности специфические агроклиматические условия на определенной территории. Однако помимо временной изменчивости, нужно учитывать и пространственную неоднородность распределения микроклиматических характеристик, обусловленную рельефом местности.

Рельеф выступает в роли перераспределителя вещества и энергии по земной поверхности. Значение рельефа обусловлено, прежде всего, влиянием топографических факторов (экспозиция и крутизна склонов, расчлененность рельефа, относительная и абсолютная высота и др.) на условия среды обитания растений: освещенность, температуру, влажность почв и воздуха, поверхностный и почвенный сток, снежный покров, сезонные и суточные ритмы. В результате создаются неодинаковые условия для жизнедеятельности биоценозов, синтеза и разложения органического вещества. Микроклиматические различия в условиях неоднородного рельефа обычно больше, чем на ровных местах, которые отличаются лишь по характеру почвы, растительности и увлажнению. Поэтому учет их микроклиматической неоднородности особенно важен для сельскохозяйственной практики.

Использование цифровых моделей рельефа (ЦМР) для дифференцированной оценки условий тепло- и влагообеспеченности рассмотрено в ряде работ: разработана методика расчета потенциальных скоростей почвообразования для черноземов ЦЧР [Лисецкий и др., 2012], создана картографическая модель распределения теплообеспеченности Крыма для культуры винограда [Рыбалко и др., 2016]. На локальном уровне (в пределах рабочего участка) уточнены агроэкологические характеристики зависимости от особенностей мезорельефа [Смирнова и др., 2011; Гагина и др., 2015].

Объекты и методы

Геоморфологические условия обуславливают неравномерность распределения по земной поверхности солнечной радиации, за счет которой формируются условия теплообеспеченности.

Результирующей характеристикой прихода и расхода радиационного тепла на земной поверхности является радиационный баланс. Корректировку его величины на наклонной поверхности относительно ровного места можно выполнить, используя формулу (1) [Кондратьев и др., 1978]:

$$R_s = R_0 \times ((\cos\alpha \times \sin\alpha + \sin\alpha \times \cos\alpha \times \cos(\psi_C - \psi_S)) : \sin\alpha), \quad (1)$$

где R_s – радиационный баланс наклонной поверхности; R_0 – радиационный баланс горизонтальной поверхности; α – угол наклона поверхности по отношению к горизонтальной плоскости; h – высота Солнца над горизонтом; ψ_C – азимут Солнца; ψ_S – азимут проекции нормали к склону на горизонтальную плоскость (экспозиция склона).



Высота Солнца над горизонтом h и азимут Солнца ψ_s будут меняться в зависимости от времени суток и месяца. В данной работе величины h и ψ_s применялись как среднемесячные для широты Белгородской области и равны соответственно 34.5° и 177.91° [Метеоданные...]. Годовой радиационный баланс в пределах широтной зоны $49\text{--}51^\circ$ с.ш. при средних условиях облачности равен 40.1 ккал/см² [Русин, 1979].

Морфометрические показатели – крутизна α и экспозиция ψ_s уникальны для каждого элемента рельефа. Для их расчета использовали ЦМР Белгородской области с разрешением 30 м. Значения крутизны и экспозиции рассчитывали в программе ArcGIS инструментами модуля Spatial Analyst. В результате были получены растры уникальных значений α и ψ_s , что позволило пересчитать величину радиационного баланса для условий склонов.

Вид формулы (1) после перевода на язык MapAlgebra для построения раstra радиационного баланса в ArcGIS был представлен следующей формулой (2):

$$[R_0] \times (\text{Cos}([\text{slope_degree}] \times 0.0175) \times 0.479645 + \text{Sin}([\text{slope_degree}] \times 0.0175) \times 0.877463 \times \text{Cos}((177.91 - [\text{aspect}]) \times 0.0175)) : 0.479645, \quad (2)$$

где R_0 – годовой радиационный баланс на прямой поверхности, ккал/см² (постоянная величина); $[\text{slope_degree}]$ – растр крутизны α , град.; $[\text{aspect}]$ – растр экспозиции ψ_s , град.

Через величину радиационного баланса можно выразить ряд агроклиматических показателей: сумму активных температур, гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову), радиационный индекс сухости (по А.А. Григорьеву и М.И. Будыко). Для Европейской территории России получена зависимость радиационного баланса от суммы активных температур воздуха выше 10°C [Давитая, Мельник, 1970]. Формула (3) пересчета суммы активных температур на склонах будет иметь вид:

$$\Sigma t > 10^\circ = (R_s - 9.9289) : 0.0121, \quad (3)$$

Среднегодовая сумма активных температур за 10 лет (с 2004 по 2013 гг.) для территории Белгородской области показывает тенденцию к росту и в среднем за этот период составляет 3025°C [Чендев и др., 2016]. Используя формулу (3) можно сделать вывод, что годовой радиационный баланс за этот период равен 46.5 ккал/см².

Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову, характеризующий условия увлажнения, рассчитывается по формуле (4):

$$\text{ГТК} = (P_{10} \times 10) : (\Sigma t > 10^\circ), \quad (4)$$

где P_{10} – сумма осадков за период с температурой $\geq 10^\circ\text{C}$, мм, $\Sigma t > 10^\circ$ – сумма активных температур за тот же период времени.

С учетом формулы (3), ГТК для наклонной поверхности можно рассчитать по формуле (5):

$$\text{ГТК} = (P_{10} \times 10) : ((R_s - 9.9289) : 0.0121), \quad (5)$$

Радиационный индекс сухости [Григорьев, Будыко, 1959] рассчитывается по формуле (6) как отношение годового радиационного баланса подстилающей поверхности к сумме тепла, необходимого для испарения годового количества осадков на той же площади:

$$K_{\text{сух}} = (R_s \times 0.94) : (L \times P) \quad (6)$$

где R_s – годовой радиационный баланс, ккал/см²; L – скрытая теплота парообразования (597 ккал/г); P – годовое количество осадков, мм; 0.94 – поправочный коэффициент для зоны увлажнения. Обратная величина $K_{\text{сух}}$ будет являться коэффициентом увлажнения КУ.

Вышеперечисленные формулы расчета агроклиматических показателей на склонах были переведены на язык MapAlgebra и использованием инструмента Raster Calculator ArcGIS, после чего были построены соответствующие пространственные модели.

Количественно агроклиматический потенциал территории можно выразить через величину бонитета климата, предложенного И.И. Кармановым (1980, 1997), который основан на связи почвенно-климатических условий с урожайностью при различных уровнях интенсивности земледелия. За 100 баллов принята сельскохозяйственная продуктивность климата центральной части Краснодарского края. Бонитет может быть рассчитан дифференцированно для различных культур и с учетом почвенных свойств. В обобщенном виде формула (7) расчета выглядит:

$$AKП = k \times V \times ((\Sigma t > 10 \times КУ) : (КК + 100)), \tag{7}$$

где k – коэффициент возделываемой культуры; V – суммарный показатель свойств почв; $\Sigma t > 10^\circ$ – сумма активных температур; $КУ$ – среднегодовой коэффициент увлажнения по Иванову; $КК$ – коэффициент континентальности по Иванову (для территории исследования равен 187).

Используя формулы (3) и (6), агроклиматический потенциал можно выразить новой формулой (8) через распределение радиационного баланса (без учета культуры и почвенного покрова):

$$AKП = ((R_s - 9.9289) \times P \times L) : (0.0121 \times 0.94R \times (КК + 100)) \tag{8}$$

где R_s – годовой радиационный баланс, P – годовое количество осадков, мм, L – скрытая теплота парообразования (597 кал/г), $КК$ – коэффициент континентальности по Иванову.

Результаты и их обсуждение

Основой для пространственной оценки агроклиматических условий на склонах является модель распределения радиационного баланса поверхности, которая была построена для территории Белгородской области.

Склоны с повышенным радиационным балансом по сравнению с ровной поверхностью условно можно назвать «теплыми», с пониженным – «холодными». Распределение площадей теплых и холодных склонов представлено в табл. 1.

Таблица 1
Table 1

Площади склонов различной теплообеспеченности Белгородской области
Slope areas of various heat supply of Belgorod region

Радиационный баланс, ккал/см ² в год	Площадь всего		Площадь пашни	
	км ²	%	км ²	%
менее 39.5	1448.3	5.3	447.0	2.9
39.5–43.0	2478.1	9.1	1437.8	9.5
43.0–46.5	10520.2	38.8	6712.9	44.2
46.5–50.0	8621.3	31.8	5128.5	33.8
50.0–53.5	2786.9	10.3	1267.1	8.3
более 53.5	1288.7	4.7	194.5	1.3
Всего	27143.6	100.0	15187.8	100.0

Распределение площадей теплых и холодных склонов по территории области примерно одинаковое, с небольшим преобладанием (6.4 %) холодных. На распаханых землях эта разница становится более существенной и составляет 13.2 %.

Если рассматривать территорию области в разрезе речных бассейнов, то установлено [Lisetskii et al., 2018], что чем ближе бассейн к широтной ориентации, тем ярче проявляется экспозиционная контрастность (теплообеспеченность) его

макросклонов, причем эта черта характерна для водосборов как низких, так и высоких порядков.

Рассмотрим несколько моделей распределения по рельефу агроклиматических показателей на примере территории водосбора в верховьях р. Нежеголь площадью 7.3 тыс. га.

Пространственное распределение агроклиматических показателей на рис. 1 по территории водосбора неоднородно. Различия в их величинах особо заметны на противоположных склонах главной балки, имеющих северную и южную экспозиции. АКП водосбора в среднем равен 73 балла, но в зависимости от рельефа различается (увеличивается или уменьшается) в среднем на 3 балла на распахиваемых склонах, а в балках и оврагах разница достигает 9 баллов.

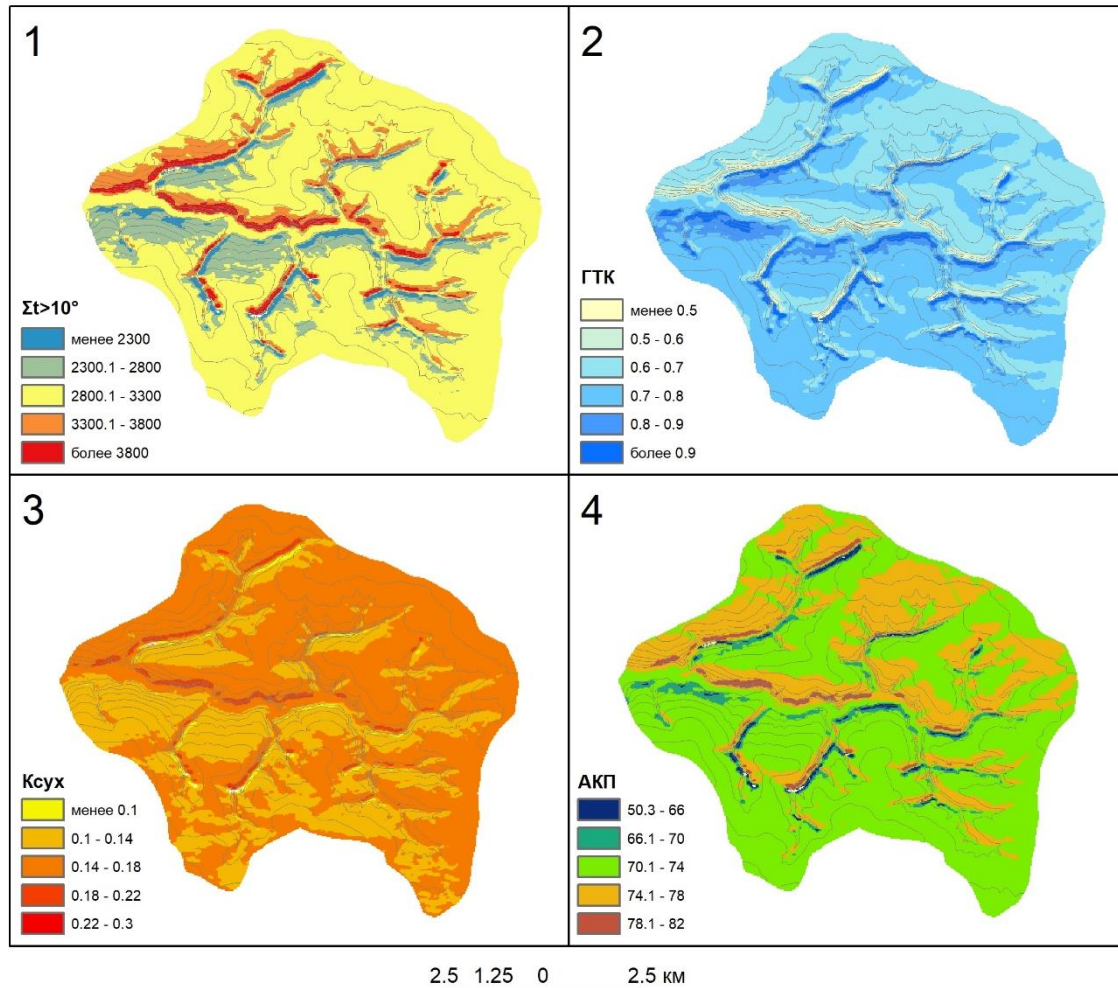


Рис. 1. Модели пространственного распределения агроклиматических показателей на склонах водосбора: 1 – суммы активных температур; 2 – гидротермического коэффициента;

3 – коэффициента сухости; 4 – агроклиматического потенциала

Fig. 1. Spatial distribution models of agroclimatic indicators on the slopes of catchment: 1 – sum of active temperatures; 2 – hydrothermal coefficient; 3 – dryness coefficient; 4 – agroclimatic potential

С использованием аналогичной методики в ГИС нами построена растровая модель агроклиматического потенциала на территорию Белгородской области, в основе которой – модель теплообеспеченности (рис. 2).

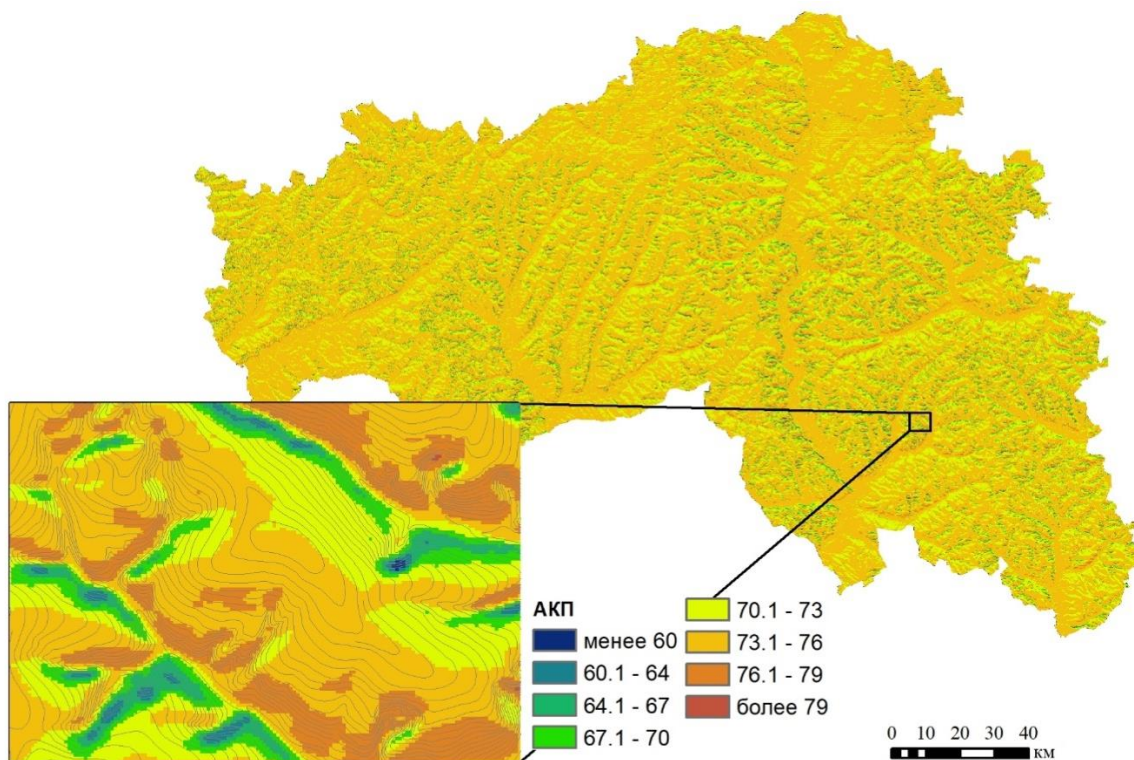


Рис. 2. Агроклиматический потенциал Белгородской области

Fig. 2. Agroclimatic potential of the Belgorod region

Для плакорных условий АКП, выраженный через бонитет климата, равен 74 баллам. В пределах склоновых ландшафтов величина АКП варьирует от 50 до 80 баллов в зависимости от рельефа. Геоморфологические условия даже на малых по площади территориях (например, отдельное хозяйство) определяют существенные различия агроклиматических показателей. Учет этой изменчивости дает возможность проектировать размещение различных культур на склонах, где условия тепло- и влагообеспеченности соответствуют оптимальным условиям, обеспечивая высокие урожаи.

Заключение

Изменчивость агроклиматического потенциала территории при оценке продуктивности агроландшафтов необходимо оценивать в двух аспектах. Во-первых, изменение климатических условий во времени, а во-вторых, пространственную дифференциацию микроклиматических характеристик в зависимости от геоморфологических условий на уровне мезорельефа.

Полученная модель агроклиматического потенциала территории Белгородской области, выраженная через балл бонитета климата, может быть использована как в современных климатических условиях, так и для ретроспективных оценок и прогнозов. Климатические данные (сумма активных температур, радиационный баланс, годовое количество осадков) являются переменными при постоянных расчетных морфометрических параметрах (крутизна склона и экспозиция) и могут быть изменены в модели в зависимости от цели оценки. Таким образом, разработанная модель позволяет оценить пространственно-временную изменчивость агроклиматического потенциала территории.

Дифференцированная оценка распределения агроклиматических условий по рельефу может успешно применяться в адаптивно-ландшафтном земледелии. При добавлении в модель АКП индексов культур и почвенных свойств можно оценить пригодность условий для произрастания отдельных культур и спланировать размещение



полей севооборотов с учетом позиционно-динамической структуры ландшафтов таким образом, чтобы добиться максимальной продуктивности.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-20018.

Список литературы References

1. Акмаров П.Б., Князева О.П., Рысин И.И. 2014. Агроклиматический потенциал эффективности земледелия (на примере зерновых культур Удмуртии). Вестник Удмуртского Университета. Биология. Науки о Земле, 2: 89–96.

Akmarov P.B., Knyazeva O.P., Rysin I.I. 2014. Agroclimatic potential of agricultural efficiency (on the example of grain crops in Udmurtia). Bulletin of the Udmurt University. Biology. Earth sciences, 2: 89–96. (in Russian)

2. Гагина И.С., Нарожняя А.Г., Буряк Ж.А. 2015. Уточнение агроэкологических характеристик сельскохозяйственных угодий с использованием ГИС-технологий. Современные проблемы науки и образования, 2: 776.

Gagina I.S., Narozhnyaya A.G., Buryak Zh.A. 2015. Clarification of the agroecological characteristics of agricultural land using GIS technologies. Modern problems of science and education, 2: 776. (in Russian)

3. Григорьев А.А., Будыко М.И. 1959. Классификация климатов СССР. Известия АН СССР, 3: 13–19.

Grigoryev A.A., Budyko M.I. 1959. Klassifikatsiya klimatov SSSR [Classification of climates of the USSR]. Izvestiya AN SSSR, 3: 13–19.

4. Давитая Ф.Ф., Мельник Ю.С. 1970. Проблема прогноза, испаряемости и оросительных норм. Л., Гидрометеиздат, 71 с.

Davitaya F.F., Melnik Yu.S. 1970. Problema prognoza. isparayemosti i orositelnykh norm [The problem of forecasting, volatility and irrigation rates]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 71 p.

5. Карманов И.И., Булгаков Д.С. 1997. Ландшафтно-сельскохозяйственная типизация территории: методическое пособие. М., Почвенный институт им. Докучаева, 48 с.

Karmanov I.I., Bulgakov D.S. 1997. Landshaftno-selskokhozyaystvennaya tipizatsiya territorii: metodicheskoye posobiye [Landscape-agricultural typification of the territory: methodological manual]. Moscow, Pochvennyy institut im. Dokuchayeva, 48 p.

6. Карманов И.И. 1980. Плодородие почв СССР. М., Колос, 224 с.

Karmanov I.I. 1980. Plodorodiye pochv SSSR [Soil fertility of the USSR]. Moscow, Kolos, 224 p.

7. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. 1978. Радиационный режим наклонных поверхностей. Л., Гидрометеиздат, 170 с.

Kondratyev K.Ya., Pivovarova Z.I., Fedorova M.P. 1978. Radiatsionnyy rezhim naklonnykh poverkhnostey [The radiation regime of inclined surfaces]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 170 p.

8. Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. 2017. Изменения условий атмосферной циркуляции и региональные климатические характеристики на рубеже XX–XXI вв. (на примере Белгородской области). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки, 40 (18): 157–163.

Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Chendev Y.G. 2017. Changes in the atmospheric circulation conditions and regional climatic characteristics at the turn of XX–XXI centuries (on example of Belgorod region). Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences, 40 (18): 157–163. (in Russian)

9. Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Маринина О.А. 2018. Геоморфологическая асимметрия разнопорядковых речных бассейнов (на примере Белгородской области). Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки, 160 (3): 500–513.

Lisetskii F.N., Buryak Zh.A., Marinina O.A. 2018. Geomorphological asymmetry of river basins belonging to different orders (based on the Belgorod region). Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki, 160 (3): 500–513. (in Russian)

10. Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А., Кириленко Ж.А. 2012. Энергетическая оценка почвообразовательного процесса. Проблемы региональной экологии, 2: 87–90.
 Lisetskiy F.N., Chepelev O.A., Kirilenko Zh.A. 2012. Energy assessment of the soil formation process. Regional Environmental Issues, 2: 87–90. (in Russian)
11. Метеоданные Белгородской области. Электронный ресурс. URL: <http://belgorod-meteo.ru/chernjanka> (дата обращения: 15 мая 2019).
 Meteodannyye Belgorodskoy oblasti [Weather data of the Belgorod region]. Electronic resource. Available at: <http://belgorod-meteo.ru/chernjanka> (accessed: 15 May 2019)
12. Чендев Ю.Г., Лебедева М.Г., Матвеев С.М., Петин А.Н., Долгих А.В., Смирнова Л.Г., Соловьев А.Б., Кухарук Н.С., Крымская О.В., Нарожная А.Г., Терехин Э.А., Березуцкий В.Д., Голотвин А.Н., Сарапулкин В.А., Сарапулкина Т.В., Федюнин И.В., Польшина М.А., Митрайкина А.М., Калугина С.В., Полякова Т.А., Белеванцев В.Г., Вагурин И.Ю., Толстопятова О.С., Борбукова Д.А., Тимашук Д.А., Дудин Д.И., Дудина Е.В., Тарубарова А.Н., Смирнов Г.В., Кухарук С.А., Тимошенко А.И., Тимохов И.С. 2016. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата. Белгород, КОНСТАНТА, 326 с.
 Chendev Yu.G., Lebedeva M.G., Matveyev S.M., Petin A.N., Dolgikh A.V., Smirnova L.G., Solovyev A.B., Kukharuk N.S., Krymskaya O.V., Narozhnyaya A.G., Terekhin E.A., Berezutskiy V.D., Golotvin A.N., Sarapulkin V.A., Sarapulkin T.V., Fedyunin I.V., Polshina M.A., Mitryaykina A.M., Kalugina S.V., Polyakova T.A., Belevantsev V.G., Vagurin I.Yu., Tolstopyatova O.S., Borbukova D.A., Timashchuk D.A., Dudin D.I., Dudina E.V., Tarubarova A.N., Smirnov G.V., Kukharuk S.A., Timoshenko A.I., Timokhov I.S. 2016. Soils and vegetation in the south of the Central Russian Upland in a changing climate. Belgorod, CONSTANTA, 326 p. (in Russian)
13. Русин Н.П. 1979. Прикладная Актинометрия. Л., Гидрометеоиздат, 228 с.
 Rusin N.P. 1979. Prikladnaya Aktinometriya [Applied Actinometry]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 228 p.
14. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Твардовская Л.Б. 2016. Разработка крупномасштабной картографической модели пространственного распределения теплообеспеченности на территории Крыма для культуры винограда с учётом морфометрических особенностей рельефа. Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства, 11: 17–22.
 Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. 2016. Development of a large-scale cartographic model of the spatial distribution of heat supply in the territory of Crimea for grape culture, taking into account morphometric features of the relief. Scientific works of the North Caucasus Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture, 11: 17–22. (in Russian)
15. Смирнова Л.Г., Нарожная А.Г., Кривоконь Ю.Л., Петрякова А.А. 2011. Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Достижения науки и техники АПК, 11: 11–14.
 Smirnova L.G., Narozhnyaya A.G., Krivokon Yu.L., Petryakova A.A. 2011. The use of geographic information systems for agroecological assessment of land in the design of adaptive landscape farming systems. Achievements of Science and Technology of AIC, 11: 11–14. (in Russian)
16. Lebedeva M.G., Solovyov A.B., Lupo A.R., Henson C.B., Market P.S., Chendev Y.G. 2018. A Comparison of Bioclimatic Potential in Two Global Regions During the Late Twentieth Century and Early Twenty-First Century. International Journal of Biometeorology, 62 (4): 609–620.

Ссылка для цитирования статьи
Reference to article

Буряк Ж.А., Терехин Э.А. 2019. Оценка агроклиматического потенциала территории юга Среднерусской возвышенности (на примере Белгородской области). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(3):286–293. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-3-286-293

Buryak Zh.A., Terekhin E.A. 2019. Assessment Agroclimatic Potential of the South of the Central Russian Upland (the Case of the Belgorod Region). Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(3):286–293. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-3-286-293