

# Закономерности пространственного варьирования гидротермического коэффициента Селянинова в условиях Крымского полуострова

Евгений Александрович Рыбалко, канд. с.-х. наук, зав. сектором агроэкологии, email: rybalko\_ye\_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Наталья Валентиновна Баранова, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии, канд. с.-х. наук, email: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Виктория Юрьевна Борисова, агроном сектора агроэкологии, email: borisova.12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7757-9669>

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

**Аннотация.** Целью исследования является изучение закономерностей пространственного варьирования гидротермического коэффициента за вегетационный период в условиях Крымского полуострова. Исследования проводились на базе сектора агроэкологии, материалами послужили электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные наблюдений метеостанций. Для оценки условий увлажнения зон выращивания винограда использован гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова (ГТК). Для анализа закономерностей пространственного распределения ГТК использован подход раздельного анализа закономерностей варьирования двух слагающих данный коэффициент факторов – суммы активных температур выше 10 °С и суммы осадков за период со средне-суточной температурой выше 10 °С. Разработанные ранее модели, описывающие распределение суммы активных температур, изучены в большей степени, по сравнению с моделями пространственного распределения количества осадков, по этой причине рассматривался только вопрос разработки последних. За основу работы была взята глобальная климатическая модель WorldClim version 2.0. Используя помесячные данные этой модели, были рассчитаны для каждой из анализируемых опорных точек величины сумм осадков за вегетационный период и произведено сравнение с фактическими величинами. В качестве альтернативы была построена также линейная многофакторная модель, включающая в качестве независимых переменных географическую широту и абсолютную высоту над уровнем моря. В результате проведенного геоинформационного моделирования на основании модели, показавшей наибольшую точность, построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения величины ГТК на территории Крымского полуострова.

**Ключевые слова:** климатические показатели; гидротермический коэффициент Селянинова; картографическая модель; виноград.

## ORIGINAL RESEARCH

## Spatial variation regularities of hydrothermal coefficient of Selyaninov in the Crimean Peninsula conditions

Evgeniy Aleksandrovich Rybalko, Natalia Valentinovna Baranova, Viktoria Yurievna Borisova

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

**Abstract.** The aim of research is to study regularities of spatial variation of the hydrothermal coefficient during the growing season in the conditions of the Crimean Peninsula. The studies were carried out on the basis of Agroecology Sector. Digital elevation model SRTM-3 of the Crimean Peninsula territory and long-term observations of meteorological stations functioned as study materials. To assess the moisture conditions of grape cultivation zones the hydrothermal coefficient of G. T. Selyaninov (HTC) was used. To analyze the regularities of spatial distribution of HTC, we used the approach of separate analysis of variation laws of two composing factors - the sum of active temperatures above 10 °C and the sum of precipitation for a period with an average daily temperature above 10 °C. Previously developed models describing the distribution of the sum of active temperatures were studied to a greater extent in comparison with models of dimensional distribution of precipitation. For this reason only the issue of developing the latter was considered. The work was based on the global climate model WorldClim version 2.0. Using the monthly data of the model, for each of the analyzed control points, the amount of precipitation for the growing season was calculated and compared with the actual values. As an alternative, a linear multifactor analog, including latitude and altitude as independent variables, was also constructed. As a result of geographic information modeling carried out on the basis of the model showed the highest accuracy, a digital large-scale map of HTC value distribution on the territory of the Crimean Peninsula was built.

**Key words:** climatic parameters; hydrothermal coefficient of Selyaninov; cartographic model; grapes.

### Как цитировать эту статью:

Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования гидротермического коэффициента Селянинова в условиях Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2020; 22(4); С. 320-325. DOI 10.35547/IM.2020.42.64.006

### How to cite this article:

Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Spatial variation regularities of hydrothermal coefficient of Selyaninov in the Crimean Peninsula conditions. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2020; 22(4):320-325. DOI 10.35547/IM.2020.42.64.006 (in Russian)

УДК 634.8.04:58.052/087

Поступила 05.10.2020

Принята к публикации 19.11.2020

© Авторы, 2020

## Введение.

Глобальное изменение климата Европейской территории России привело к изменению климатических условий различных районов, расположенных на территории Южного федерального округа и, в частности, Республики Крым. Агроклиматические изменения существенно влияют на развитие виноградного растения, и, как следствие, на его урожайность [1–7].

Оценка агроклиматических ресурсов территории проводится с помощью агроклиматических показателей, которые оказывают существенное влияние на рост, развитие и продуктивность виноградного растения [8]. Такие показатели

главным образом определяют, насколько растение обеспечено влагой и теплом. Процессы роста и развития винограда, регулируемые указанными выше факторами, происходят в основном в теплое время года [9–10].

Для успешного ведения сельскохозяйственных производств, при проведении агроклиматических расчетов, анализах и обобщениях, агроклиматическом районировании территории и отдельных сельскохозяйственных культур, в оперативных оценках текущих агрометеорологических условий сельскохозяйственного производства, в том числе при оценке особенностей роста, развития и продуктивности сельскохозяйственных культур следует пользоваться агроклиматической информацией [11–12]. Только при использовании агроклиматических данных можно научно обосновать перспективы развития сельскохозяйственного производства, оценить целесообразность и возможность возделывания новых и традиционных сельскохозяйственных культур на той или иной территории, сформировать их оптимальный набор, рассчитать вероятность получения определенного количества и качества сельскохозяйственных продуктов, оценить биоклиматический потенциал среды и т. д. [13–16].

Связь климатических условий территории с потребностями сельскохозяйственных культур учитывается при разработке мероприятий, направленных на более полное и эффективное использование биоклиматических ресурсов при формировании урожая [17–19].

Виноград не является исключением, конкретные условия имеют различные значения для разных возрастных периодов и годовых фаз развития виноградной лозы, а также для частей растения, отличающихся разными стадиями развития. Основой терруарного виноградарства и виноделия является работа по комплексному агроэкологическому зонированию территории, включающему в себя широкий спектр орографических, эдафических и климатических показателей. При этом создаются условия для получения уникальной по своим характеристикам виноградарско-винодельческой продукции, которая не может быть получена в другой местности [20–22]. Выделение агроклиматических районов для оптимального размещения виноградных насаждений основано на соответствии требований промышленного сорта винограда природным ресурсам конкретного региона возделывания [23–24]. При этом отдельной задачей выступает методика пространственной интерполяции данных метеонаблюдений в условиях неоднородной подстилающей поверхности и сложного рельефа [25].

Одним из важнейших для винограда климатических параметров является влагообеспеченность территории. От этого показателя зависит величина урожая и качественные характеристики продукции. Для характеристики условий влагообеспеченности виноградного растения используют гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова (ГТК), который представляет собой отношение осадков к испаряемости [26].

До настоящего времени вопросы по комплексно-

**Таблица 1.** Пределы ГТК по оценке увлажнения территории

**Table 1.** Terminal values of HTC for assessing the humidity of the territory

Название зоны	ГТК
Влажная	1,6...1,3
Слабозасушливая	1,3...1,0
Засушливая	1,0...0,7
Очень засушливая	0,7...0,4
Сухая	< 0,4

му агроэкологическому зонированию территории, в том числе по условиям влагообеспеченности, с использованием современных методов математического моделирования и географических информационных систем, проводились в ограниченных масштабах. Поэтому изучение закономерностей пространственного варьирования величины ГТК и разработка методик построения крупномасштабных карт распределения данного показателя с использованием современных геоинформационных систем является актуальной задачей.

**Цель исследования:** изучить закономерности пространственного варьирования гидротермического коэффициента за вегетационный период в условиях Крымского полуострова.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проведены на базе сектора агроэкологии ВНИИВиВ «Магарач» РАН. Материалами служили электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова, многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985–2018 гг. [27].

При подборе коэффициентов в математических моделях использовали метод наименьших квадратов.

Для оценки условий увлажнения зон выращивания винограда использован гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова (ГТК), который представляет собой отношение влаги, поступившей с осадками (приход), к ее испаряемости за конкретный период (расход):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{\sum t_{10}} \times 10, \quad (1)$$

где  $\sum P$  - сумма осадков за период с температурой выше 10°C;

$\sum t_{10}$  - сумма температур выше 10°C за тот же период [28].

Для величины ГТК принята следующая классификация (табл. 1) [29].

**Результаты исследований.** Проведен сбор и анализ метеорологических данных, необходимых для расчёта климатического показателя за вегетационный период: сумма осадков за вегетационный период и сумма активных температур ( $t > 10^\circ$ ). Для расчета показателя использовали многолетние данные за 30 лет по 17 метеостанциям Крымского полуострова (табл. 2) [27].

Установлено, что в зависимости от географического положения метеостанции ГТК варьирует от 0,5 (Раздольное, Черноморское, Евпатория) до 0,9 (Почтовое) [30].

Для анализа закономерностей пространственного распределения ГТК использован подход раздельного анализа закономерностей варьирования двух слагающих данных – коэффициент факторов – суммы активных температур выше 10 °С и суммы осадков за период со среднесуточной температурой выше 10 °С. Так как модели, описывающие распределение суммы активных температур, были разработаны ранее и показали хорошую точность расчётов [31], в данных исследованиях рассматривался только вопрос разработки модели пространственного распределения количества осадков.

В связи с тем, что на распределение осадков влияет большое количество факторов, которые сложно учесть, располагая лишь тем объёмом исходных данных и вычислительных мощностей, которые имеются в распоряжении авторов данных исследований, за основу работы была взята уже разработанная глобальная климатическая модель WorldClim version 2.0. Используя помесечные данные этой модели, были рассчитаны для каждой из анализируемых опорных точек величины сумм осадков за вегетационный период и произведено сравнение с фактическими величинами (табл. 3).

В качестве альтернативы была построена также линейная многофакторная модель, включающая в качестве независимых переменных географическую широту и абсолютную высоту над уровнем моря:

$$P = P_1 + 0,05 (h - h_1) + 130 (\gamma_1 - \gamma), \quad (2)$$

где  $P$  – сумма осадков за вегетационный период в анализируемой точке;

$P_1$  – сумма осадков за вегетационный период в районе ближайшей метеостанции;

$h_1$  – высота метеостанции над уровнем моря, м;

$h$  – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м;

$\gamma_1$  – широта метеостанции, градусы;

$\gamma$  – широта анализируемой местности, градусы.

Таким образом, для моделирования пространственного распределения ГТК лучшие результаты получаются при использовании модели WorldClim 2.0 для расчёта суммы осадков за вегетационный период и адаптированной формулы Софрони–Энтензона [31]. Такой подход при сравнении расчетных величин ГТК с фактическими в 15 опорных точках показал довольно высокую степень точности моделирования (средняя относительная ошибка составила 8,2 %).

В результате проведенного геоинформационного моделирования на основании данных глобальной климатической модели WorldClim 2.0 и разработанной ранее цифровой карты распределения сумм активных температур воздуха выше 10 °С [32], была построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения величины ГТК на территории Крымского полуострова. В результате на анализируемой территории выделено 6 зон (рис., табл. 4).

Наибольшую часть полуострова, составляющую 53,5 % территории, можно отнести к очень засушливой зоне, так как на ней значение данного показателя составляет 0,6–0,7. На площади в 578,7 тыс. га ГТК находится в пределах 0,6 и менее. Следующая зона

**Таблица 2.** Средние многолетние значения ГТК по метеостанциям Крыма

**Table 2.** Long-term mean value of HTC for different meteorological stations of Crimea

Наименование метеостанции	ГТК
Ишунь	0,6
Джанкой	0,7
Клепинино	0,6
Раздольное	0,5
Черноморское	0,5
Евпатория	0,5
Керчь	0,6
Нижнегорский	0,7
Владиславка	0,7
Феодосия	0,7
Белогорск	0,8
Симферополь	0,8
Почтовое	0,9
Алушта	0,6
НБС	0,7
Ялта	0,7
Севастополь	0,6

**Таблица 3.** Сравнение точности математических моделей для расчёта суммы осадков за вегетационный период

**Table 3.** Comparison of the accuracy of mathematical models for calculating the total amount of precipitation for the growing season

Показатель	WorldClim 2.0	Модель (1)
Средняя абсолютная ошибка	3	–4
Средняя квадратичная ошибка	36	52
Средняя относительная ошибка, %	6,8	9,1

**Таблица 4.** Зоны Крымского полуострова в зависимости от величины ГТК

**Table 4.** Zones of the Crimean Peninsula depending on the HTC value.

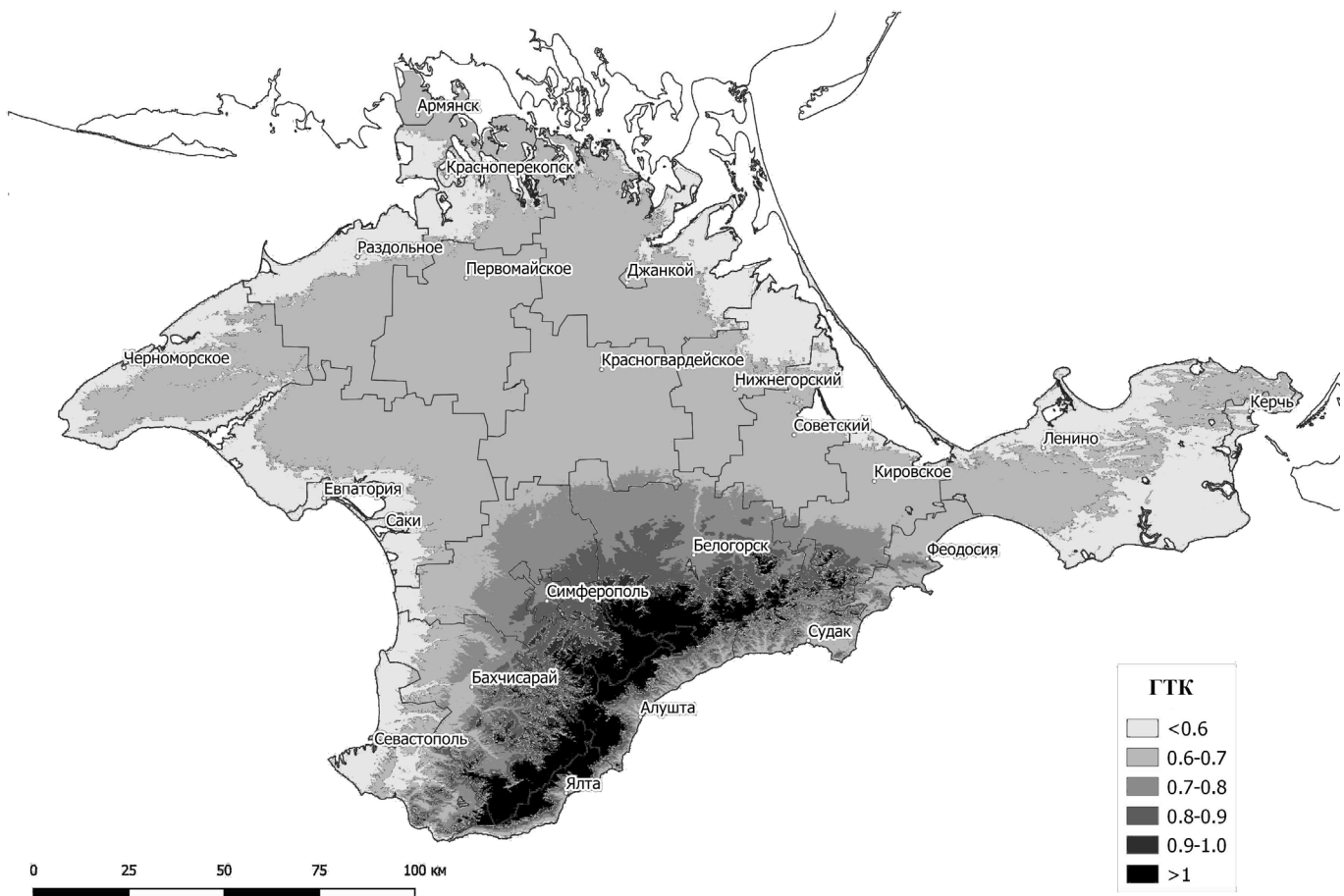
ГТК	Площадь	
	тыс. га	%
<0,6	578,7	22,7
0,6-0,7	1362,7	53,5
0,7-0,8	260,4	10,2
0,8-0,9	134,8	5,3
0,9-1,0	70,7	2,8
>1,0	139,6	5,5
	2546,9	

Крымского полуострова (18,3 % от общей площади) с показателями ГТК 0,7–1,0 является засушливой. Оставшуюся территорию (139,6 тыс. га или 5,5 %) можно отнести к слабозасушливой зоне.

Таким образом, согласно градации ГТК, большую часть Крымского полуострова можно отнести к очень засушливой и засушливой зонам.

### Выводы

В ходе проведенного исследования проведен сбор



**Рис.** Цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного варьирования величины ГТК на территории Крымского полуострова

**Fig.** Digital large-scale cartographic model of spatial variation of HTC value on the territory of the Crimean Peninsula

и анализ метеоданных, необходимых для расчёта ГТК: сумма осадков за вегетационный период и сумма активных температур ( $t > 10^{\circ}$ ).

Рассчитано среднее многолетнее значение ГТК в точках расположения метеостанций с длинным рядом наблюдений на территории Крымского полуострова. Установлено, что в зависимости от географического положения метеостанции ГТК варьирует от 0,5 (Раздольное, Черноморское, Евпатория) до 0,9 (Почтовое).

Проанализированы при помощи технологий геоинформационного моделирования закономерности пространственного варьирования величины ГТК на территории Крымского полуострова. В результате проведенного анализа были получены модели, описывающие данные закономерности.

Разработана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения величины ГТК за вегетационный период на территории Крымского полуострова. Данная модель в сочетании с современными геоинформационными технологиями даёт возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда.

Проведена ампелоэкологическая классификация исследуемой территории по величине ГТК согласно принятым диапазонам. Установлено, что большую часть Крымского полуострова можно отнести к очень засушливой и засушливой зонам.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № ГР 0833-2019-0019.

#### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0019.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы/References

1. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Баранова Н.В., Рыбалко Е.А. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда в Бахчисарайском районе АР Крым на примере ГП АФ "Магарач". Национальный институт винограда и вина "Магарач". Ялта, 2009. 19 с.  
Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Baranova N.V., Rybalko E.A. The agroclimatic factor impact on grapevine productivity in Bakchisaray region on example of SE AF Magarach. Yalta. 2009; 19 p. (in Russian).
2. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потепенко // Виноделие и виноградарство. 2015. № 5. С. 46–50  
Naumova L.G., Novikova L. Yu. Temperature analysis of interphase periods of grape varieties in the collection of VNIIViV named after Ya. I. Potepenka. Winemaking and Viticulture. 2015; 5: 46-50 (in Russian).
3. Егоров Е.А., Петров В.С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях

- умеренно-континентального климата юга России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017. С. 51–54.
- Egorov E.A., Petrov V.S. Creation of the resistant selfregulating agrocenoses of grapes in the conditions of moderate-continental climate of the South of Russia. Bulletin of Russian agricultural science. 2017: 51-54 (*in Russian*).
4. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros and Rita Pongrácz. The effects of climate change on grape production in Hungary. IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service July–September. 2014; 118(3): 193–206.
  5. Oana Arina Antoce, Georgeta Mihaela Bucur, George Adrian Cojocar. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long-term study. Book of abstracts of 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV. 15th-19th of July 2019. CIGG. Geneva, Switzerland. pp. 43–44.
  6. Valentin Comte, Vivian Zufferey, Johannes Rösti, Pierluigi Calanca, Martine Rebetez. Adaptation strategies of a cold climate vineyard to climate change, the case of the Neuchâtel region in Switzerland. Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine 17th General Assembly of the OIV. 15th-19th of July 2019. CIGG. Geneva, Switzerland. pp. 45–47.
  7. Jones G.V. Climate change in the western United States grape growing regions. Acta Hort. 2005; 689: 41–60.
  8. Синицина Н.И., Гольцберг И. А., Струнников Э. А. Агроклиматология. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. 264 с. Sinitsina N.I., Goltsberg I.A., Strunnikov E.A. Agroclimatology. L.: Gidrometeoizdat. 1973; 264 p. (*in Russian*).
  9. Рекомендации 575/46.00334830. 002-94 «Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму» ИВиВ «Магарач». Ялта, 1993. – 68 с. Recommendations 575/46.00334830. 002-94. Optimization of grape plantations placement in Crimea. IViV Magarach. Yalta. 1993; 68 p. (*in Russian*).
  10. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии, Т. 1, Обнинск, 2011, 806 с. Gringof I.G., Kleshchenko A.D. Fundamentals of agricultural meteorology. Obninsk. 2011; 1: 806 p. (*in Russian*).
  11. Грингоф И.Г., Павлова В.Н. Основы сельскохозяйственной метеорологии, Т. 3, Обнинск, 2013, 384 с. Gringof I.G., Pavlova V.N. Fundamentals of agricultural meteorology. Obninsk. 2013; 3: 384 p. (*in Russian*).
  12. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология - Л.: Гидрометеиздат 1978, 200 с. Shulgin A.M. Agrometeorology and agroclimatology. L.: Gidrometeoizdat. 1978; 200 p. (*in Russian*).
  13. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 552 с. Gringof I.G., Pasechnyuk A.D. Agrometeorology and agro-meteorological observations. SPb.: Gidrometeoizdat. 2005; 552 p. (*in Russian*).
  14. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и её значение в сельскохозяйственном производстве. Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 289 с. Verigo S.A., Razumova L.A. Soil moisture and its importance in agricultural production. L.: Gidrometeoizdat. 1963; 289 p. (*in Russian*).
  15. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: Методы мониторинга в условиях изменяющегося климата. М.: 2007. – 348 с. Gordeyev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D. Bioclimatic potential of Russia: methods of monitoring in the conditions of climate changes. Moscow. 2007; 348 p. (*in Russian*).
  16. Труды ВНИИСХМ Проблемы агрометеорологии в условиях глобального изменения климата. Под ред. Грингофа И.Г. Обнинск, 2007. 461с. Works of VNIISHM. Problems of agrometeorology in the conditions of global climate change. Ed. by Gringof I.G. Obninsk. 2007; 461 p. (*in Russian*).
  17. Гулинова Н. В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. 174 с. Gulina N.V. Methods of agroclimatic processing of observations. L.: Gidrometeoizdat. 1974; 174 p. (*in Russian*).
  18. Кельчевская Л. С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 180 с. Kelchevskaya L.S. Methods of processing of observations in agroclimatology. L.: Gidrometeoizdat. 1971; 180 p. (*in Russian*).
  19. Павлова М.Д. Практикум по сельскохозяйственной метеорологии. М.: Колос, 1968. 115 с. Pavlova M.D. Practical training on agricultural meteorology. M.: Kolos. 1968; 115 p. (*in Russian*).
  20. Cornelis van Leeuwen, Philippe Friant, Xavier Choné, Olivier Tregoaat, Stephanos Koundouras, Denis Dubourdieu. Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. American Journal of Enology and Viticulture 2004; 55(3): 207-217.
  21. Jones G. V., Duff A. A., Hall A., Myers J. W. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. American Journal of Enology and Viticulture. 2010; 61(3): 313-326.
  22. Lopes C.M., Egipto R., Pedroso V., Pinto P.A., Braga R. and Neto M. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dao region. Acta Hort. ISHS. 2017; 1157: 59-64.
  23. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Разработка перспективных картографических моделей прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 57 (03). С. 82–94. Rybalko E.A., Baranova N.V. Development of promising mapping models to estimate spatial distribution of agroecological resources on the territory of the Crimean Peninsula. Horticulture and viticulture of the South of Russia. 2019; 57(03): 82–94 (*in Russian*).
  24. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование динамики и составление прогноза пространственного распределения теплообеспеченности территории Крымского полуострова // Системы контроля окружающей среды, номер 3 (37). Севастополь: ИПТС, 2019. С. 96–101. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Y. Research of the dynamics and development of the spatial distribution forecast of heat supply of the Crimean Peninsula. Systems of environmental control. Sevastopol: IPTS. 2019; 3(37): 96-101 (*in Russian*).
  25. Коновалова Н.В., Коробов В.Б., Васильев Л.Ю. Интерполирование климатических данных при помощи ГИС-технологий // Метеорология и гидрология. 2006. №5. С.46–53. Konovalova N.V., Korobov V.B., Vasiliev L.Yu. Interpolation of climatic data using GIS technologies. Meteorology and Hydrology. 2006; 5: 46-53 (*in Russian*).
  26. Перстнев Н.Д. Виноградарство. Кишинев: Типография Centrala, 2001. 612 с. Perstnev N.D. Viticulture. Kishinyov: Tipografia Centrala. 2001; 612 p. (*in Russian*).
  27. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «Крымское УГМС». Agrometeorological bulletins on the territory of Republic of

- Crimea. FGBU Krymskoe UGMS (*in Russian*).
28. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20, С.165-177.  
Selyaninov G.T. On the agricultural assessment of climate. Proceedings on agricultural meteorology. 1928; 20: 165-177. (*in Russian*).
29. Сиротенко О.Д. Методическое пособие. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и землепользования. ГУ «ВНИИСХМ».- Москва, 2007. 78 с.  
Sirotenko O.D. Method book. Methods of assessment of climate changes in agriculture and land use. SU VNIISHM. Moscow. 2007; 78 p. (*in Russian*).
30. Борисова В.Ю., Баранова Н.В. Анализ территориально-временного варьирования ГТК в условиях Крымского полуострова // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Т. XLVIII. Ялта, 2019. С.13-15.  
Borisova V.Yu., Baranova N.V. Analysis of the territorial-time variation of HTC on the Crimean Peninsula. Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works FSBSI Magarach of the RAS. Yalta. 2019; XLVIII: 13-15 (*in Russian*).
31. Рыбалко Е.А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014. № 2. С. 10-11.  
Rybalko E.A. Adaptation of mathematical model of spatial distribution of warm temperatures supply of territory for the purpose of effective placing of industrial vineyards on the territory of the Crimean Peninsula. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2014; 2: 10-11 (*in Russian*).
32. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Твардовская Л.Б. Разработка крупномасштабной картографической модели пространственного распределения теплообеспеченности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда с учётом морфометрических особенностей рельефа // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. 2016. Т. 11. С. 17-22.  
Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Development of large-scale cartographic model of spatial distribution of heat provision in the territory of the Crimea for grapes taking into account the morphometric features of relief. Scientific works of GNU SKIZNIISiV. 2016; 11: 17-22 (*in Russian*).