

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГНОЗА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Е.А. Рыбалко, Н.В. Баранова, В.Ю. Борисова

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»,
РФ, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31
E-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

Проведён анализ пространственного варьирования уровня теплообеспеченности на территории Крымского полуострова и построена цифровая крупномасштабная картографическая модель распределения суммы активных температур воздуха выше 10°C, адаптированная для целей выбора оптимальных участков под закладку виноградников. Проанализирована динамика теплообеспеченности Крымского полуострова с 1985 по 2018 гг. и на её основании методом экстраполяции составлен прогноз изменения данного показателя до 2050 г. Разработаны цифровые крупномасштабные карты прогноза распределения теплообеспеченности территории Крыма на 2035 и 2050 гг.

Ключевые слова: агроэкология, климатические карты, сумма активных температур, Крымский полуостров, виноград, прогноз.

Поступила в редакцию: 09.08.2019.

Введение. Виноградарство в Крыму является важной аграрной отраслью, поэтому изучение реакции винограда на агроклиматические факторы, оценка их пространственных и временных изменений имеет большое значение как с точки зрения фундаментальной науки, так и прикладных аспектов повышения эффективности производства [1].

Крымский полуостров обладает благоприятными агроклиматическими условиями для выращивания промышленной культуры винограда. Однако для рационального выбора размещения насаждений большую важность имеет понимание исторических тенденций и оценка будущих климатических изменений. Необходимость построения агроклиматических карт Крыма обусловлена тем, что на его территории активно выращивают виноград, а поскольку данная культура является многолетней, важно знать, как климатические условия будут изменяться в будущем в течение всего срока эксплуатации виноградников. Климат в существенной степени определяет урожай и

качество виноградных насаждений, территориальную специализацию, а также особенности агротехники и мелиоративных мероприятий [2–4].

В связи с этим большое значение имеет не только разработка агроклиматических карт с актуальной на момент закладки виноградных насаждений информацией, но и составление прогноза изменения климатических условий на несколько ближайших десятилетий [5].

Материалы и методы. Исследования проведены на базе сектора агроэкологии.

Материалами служили векторная карта Крымского полуострова с указанием административного деления, цифровая модель рельефа SRTM-3 и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Республики Крым за 1985–2018 гг. [6].

Моделирование пространственного распределения условий теплообеспеченности осуществлялось с использованием формулы Софрони-Энтензона с предложенными для территории Крымского полуострова поправками [7, 8].

Для географического осреднения данных метеостанций и выявления общих тенденций изменения теплообеспеченности территории Крымского полуострова использован метод расчёта полигонов Вороного-Тиссена. Он основан на принципе, в котором осреднение осуществляется с весами, пропорциональными «области влияния» каждой станции [9]. К «области влияния» относится геометрическое место точек, для которых метеостанция является ближайшей.

Для геонформационного моделирования пространственного и временного варьирования условий теплообеспеченности и визуализации полученных результатов использован программный пакет QGIS.

Полученные результаты. В процессе исследований были изучены законо-

мерности пространственного распределения параметров теплообеспеченности территории под влиянием различных агроэкологических факторов, таких как абсолютная высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона, географическая широта местности и высота солнца в истинный полдень. С учётом влияния данных показателей создана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения суммы активных температур воздуха выше 10°C с учетом морфометрических особенностей рельефа [10]. Согласно полученным данным, Крымский полуостров был разделен на шесть зон по теплообеспеченности в соответствии с градацией требований различных сортов винограда к данному показателю (рис. 1).

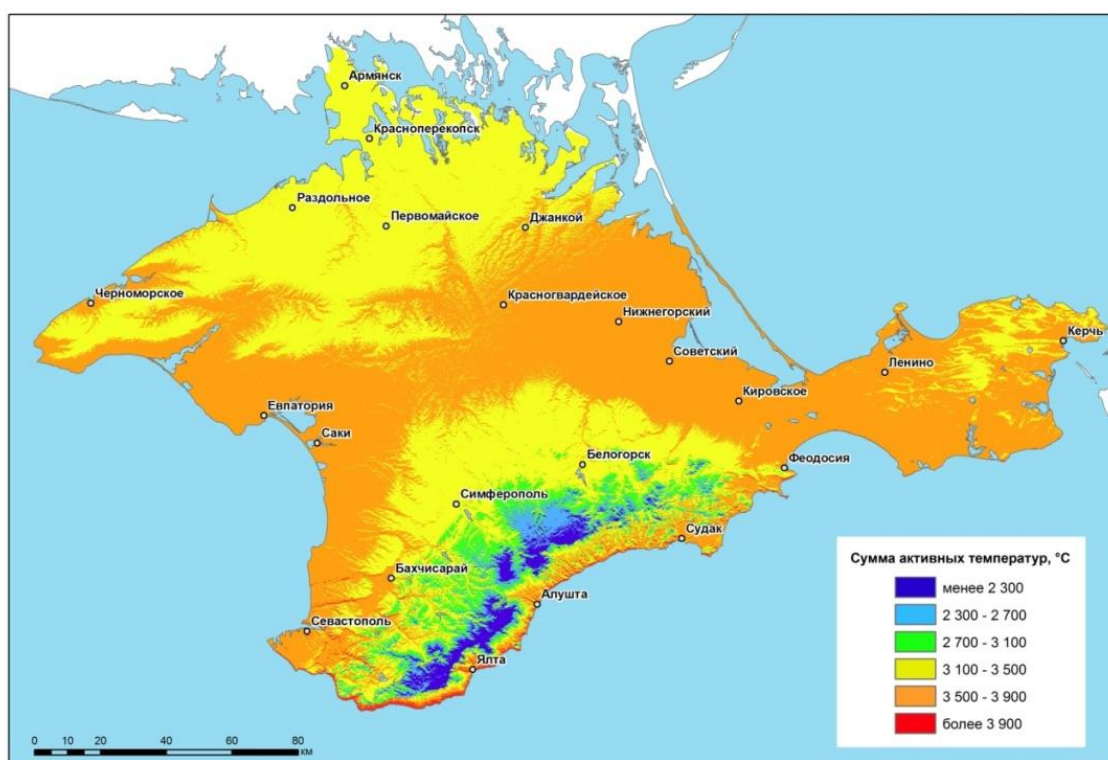


Рис. 1. Распределение теплообеспеченности территории Крымского полуострова

В процессе исследований проведён анализ динамики сумм активных температур выше 10°C по данным наблюдений 17 метеостанций Крымского полуострова

за 1985–2018 гг. Полученные результаты были подвергнуты географическому осреднению с присвоением веса каждой метеостанции пропорционально площади

её влияния по методу построения полигонов Вороного-Тиссена. Построен график динамики пространственно осреднённой для территории Крымского полуострова величины суммы активных температур выше 10°C, учитывающий общие для всей анализируемой территории тенденции. Построена линия тренда и выведено уравнение регрессии, описывающее изменение теплообеспеченности Крымского полуострова в течение изученного периода.

На основании рассчитанных показателей проведена экстраполяция данных и составлены прогнозы изменения теплообеспеченности анализируемой террито-

рии в будущем. Поскольку срок эксплуатации виноградных насаждений должен составлять не менее 25–30 лет, то было принято решение составить прогноз до 2050 г., чтобы при разработке рекомендаций по закладке виноградников в настоящее время учесть климатические изменения в течение всего их жизненного цикла (рис. 2).

По результатам исследований выявлена стойкая тенденция к довольно быстрому повышению суммы активных температур выше 10°C. Установлено, что данный показатель за проанализированный период, составивший 34 года, увеличился на 567°C.

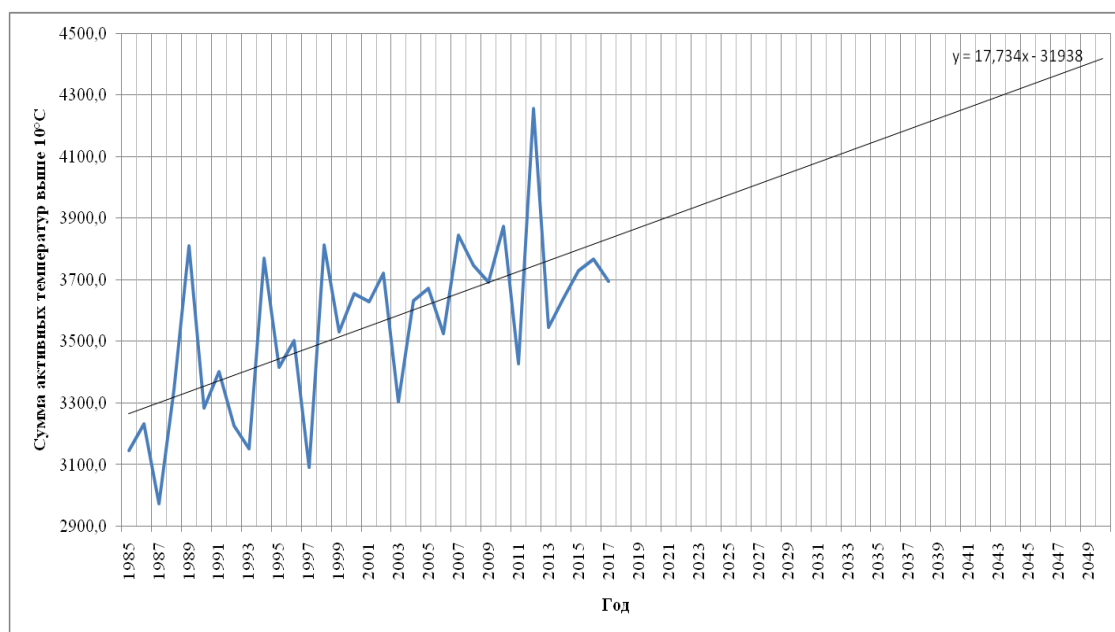


Рис. 2. Динамика и прогноз изменения пространственно осреднённой для территории Крымского полуострова суммы активных температур выше 10°C

При помощи геоинформационного моделирования с использованием модуля калькулятора растров программного пакета QGIS разработанная карта теплообеспеченности Крымского полуострова была скорректирована согласно выявленным тенденциям изменения данного показателя. В результате были построены крупномасштабные цифровые карты прогноза распределения теплообеспеченности территории Крыма по состоянию на 2035 г. (рис. 3) и 2050 г. (рис. 4) с пространственным разрешением 80 м. Про-

ведена классификация уровней теплообеспеченности разработанных карт в соответствии с требованиями различных по срокам созревания групп сортов винограда.

Для анализа временных изменений структуры территорий с тем или иным уровнем суммы активных температур выше 10°C рассчитаны прогнозируемые площади зон с различным уровнем анализируемого показателя в сравнении с ситуацией, сложившейся в настоящее время (табл. 1).

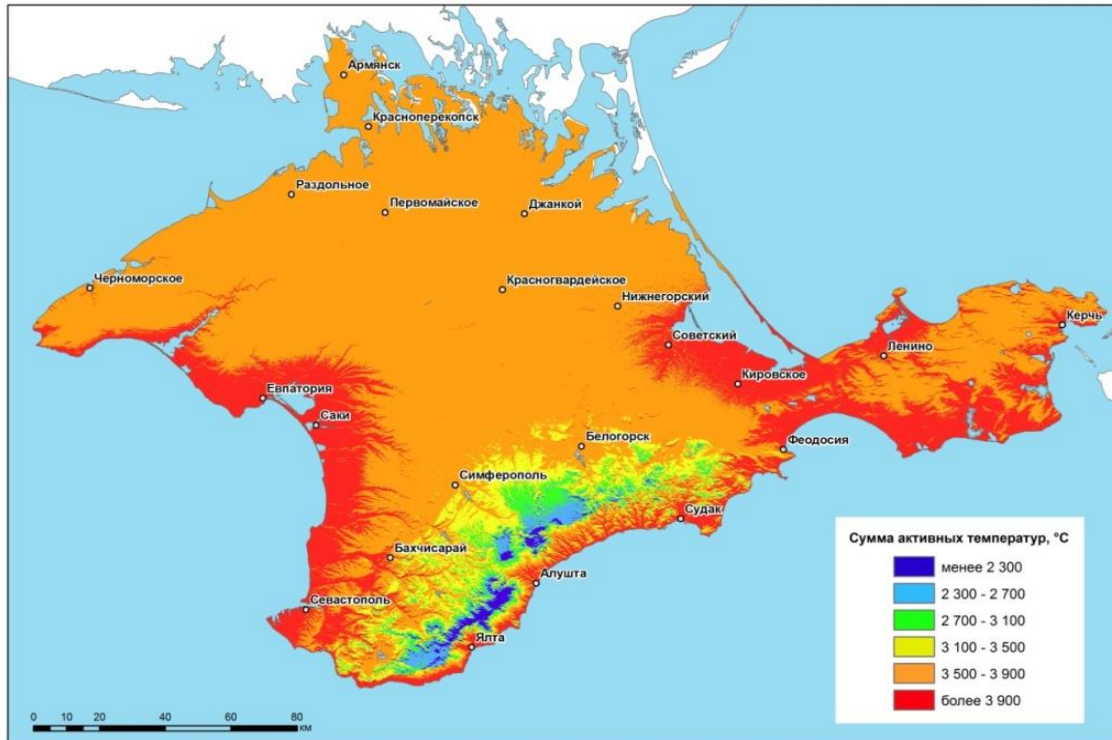


Рис. 3. Прогноз распределения теплообеспеченности территории Крыма в 2035 г.

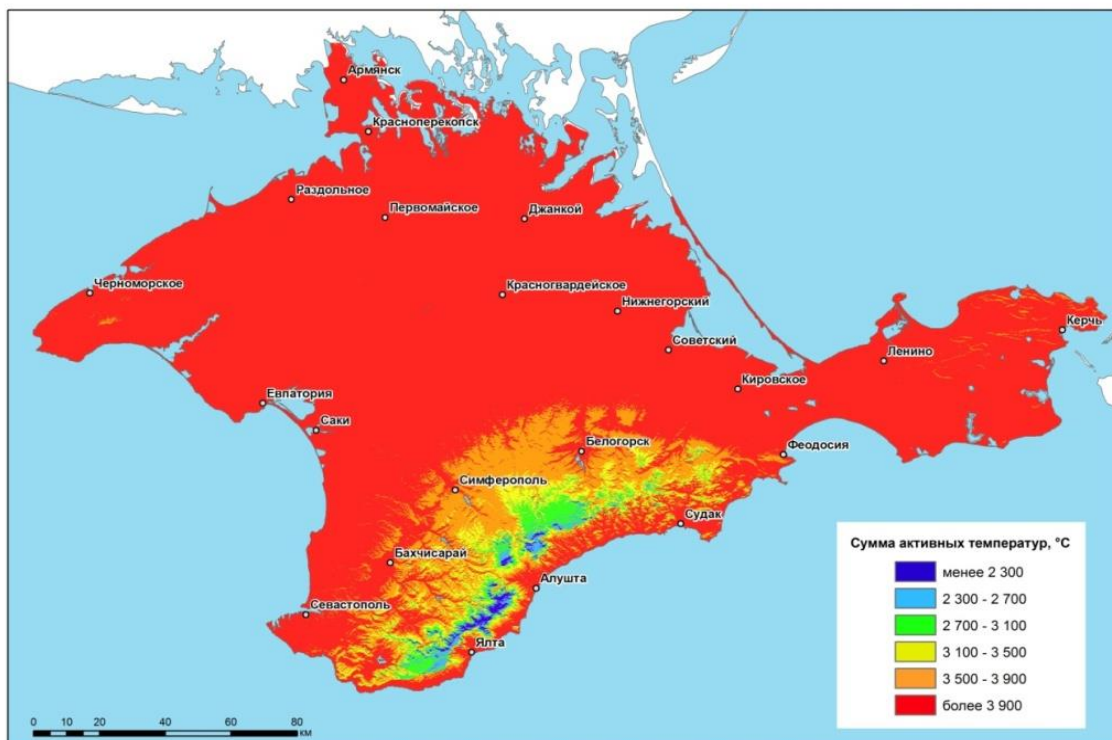


Рис. 4. Прогноз распределения теплообеспеченности территории Крыма в 2050 г.

Таблица 1. Микроклиматические зоны Крымского полуострова для выращивания винограда

| Номер зоны | Сумма температур выше 10°C, °C | Площадь, тыс. га | | |
|------------|--------------------------------|------------------|----------------|----------------|
| | | 2018 г. | 2035 г. | 2050 г. |
| 1 | < 2 300 | 40,16 | 15,66 | 7,08 |
| 2 | 2 300-2 700 | 54,76 | 34,52 | 17,93 |
| 3 | 2 700-3 100 | 117,29 | 62,38 | 44,69 |
| 4 | 3 100-3 500 | 1056,05 | 150,09 | 81,56 |
| 5 | 3 500-3 900 | 1276,54 | 1779,06 | 238,92 |
| 6 | > 3 900 | 17,33 | 520,42 | 2171,95 |
| | Всего | 2562,13 | 2562,13 | 2562,13 |

В результате проведённого анализа выявлена тенденция к значительному увеличению площадей зон с наибольшей теплообеспеченностью за счёт сокращения площадей остальных зон. Так, площадь территорий с суммой активных температур выше 3900°C к 2050 г. увеличится в 125 раз по сравнению с 2018 г. Полученные данные исключительно важно учитывать при закладке новых виноградных насаждений, т.к. в результате временного изменения границ экотопов, виноградник, посаженный в оптимальных агроэкологических условиях, может со временем оказаться на территории экотопа, не отвечающего требованиям конкретного сорта винограда.

Заключение. Анализ временной динамики теплообеспеченности Крыма выявил тенденцию к её быстрому повышению. Сумма активных температур выше 10°C за проанализированный период с 1985 по 2018 гг., увеличилась на 567°C. Исходя из результатов анализа динамики термических условий, можно отметить, что в Крыму формируются предпосылки для увеличения площади территорий, пригодных под поздние и среднепоздние сорта винограда, требующие большой теплообеспеченности местности выращивания. Вместе с тем необходимо ещё более тщательно подходить к вопросу выбора участков для закладки технических сортов винограда, предназначенных для получения высококачественной винодельческой продукции. Согласно полученным данным, в ближайшем будущем на территории Крымского полуострова

будет наблюдаться большая вероятность изменения границ исторически сложившихся зон виноделия. Повышение уровня теплообеспеченности территории положительно повлияет на процессы сахаронакопления в ягодах винограда и возможность получения крепких вин. Вместе с тем повышенные температуры воздуха в период созревания винограда будут способствовать быстрому понижению кислотности, что нежелательно при использовании винограда для производства столовых вин. В связи с этим традиционные зоны виноделия, ориентированные на столовые вина, в связи с изменением климата могут сместиться более севернее. Однако здесь возможно столкнуться с проблемой менее благоприятных для получения высококачественных вин почвенных условий. Поэтому важность и необходимость комплексной агроэкологической оценки территорий, предназначенных для закладки виноградников, в ближайшем будущем будут только возрастать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Влияние* агроклиматических ресурсов Республики Крым на оптимизацию размещения столовых сортов винограда / М.Н. Борисенко, В.И. Иванченко, Н.В. Баранова, Е.А. Рыбалко // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Ялта, 2016. Т. XLVI. С. 20–23.
2. *Kryza M., Szymanowski M., Błaś M., Migala K., Werner M., Sobik M.* Observed

changes in SAT and GDD and the climatological suitability of the Poland-Germany-Czech Republic transboundary region for wine grapes cultivation. *Theoretical and Applied Climatology*, 2015, V. 122, I. 1-2. P. 207–218.

3. Machar I., Vlčková V., Buček A., Vrablová K., Filippovová J., Brus J. Environmental modelling of climate change impact on grapevines: Case study from the Czech Republic // *Polish Journal of Environmental Studies*, 2017. V. 26, I. 4. P. 1927–1933.

4. Прогностическое развитие виноградарства Крыма по результатам научных исследований во ВНИИВИБ «Магарач» в 2018 г. / В.В. Лиховской, В.А. Волынкин, Е.П. Странишевская [и др.] // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019. Т. 22. С. 68–78.

5. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Исследование тенденций изменения климатических условий в Республике Крым для планирования размещения виноградных насаждений // *Системы контроля окружающей среды*. 2018. № 14 (34). С. 116–121.

6. *Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым* // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС».

7. *Рекомендации 575/46.00334830.002-94 "Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму"* ИВиВ "Магарач". Ялта, 1993. 70 с.

8. Рыбалко Е.А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // *Виноградарство и виноделие*, 2014. № 2. С. 10–11.

9. Анисимов О.А., Лобанов В.А., Ренева С.А. Анализ изменений температуры воздуха на территории России и эмпирический прогноз на первую четверть 21 века // *Метеорология и гидрология*. 2007. № 10. С. 20–30.

10. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Твардовская Л.Б. 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*. 2016. Т. 11. С. 17–22.

RESEARCH OF THE DYNAMICS AND DEVELOPMENT OF THE SPATIAL DISTRIBUTION FORECAST OF HEAT SUPPLY OF THE CRIMEAN PENINSULA

E.A. Rybalko, N.V. Baranova, V.Y. Borisova

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach», RF, Republic of Crimea, Yalta, Kirov St., 31

The analysis of the spatial variation of the level of heat supply on the territory of the Crimean Peninsula is conducted and the digital large-scale cartographic model of the distribution of the sum of active air temperatures above 10 °C, adapted for the purpose of selecting the optimal sites for laying vineyards is built. The dynamics of heat supply of the Crimean Peninsula from 1985 to 2018 is analyzed and on its basis by extrapolation the forecast of change of this indicator till 2050 is made. Digital large-scale maps of the heat supply distribution forecast for the Crimean territory for 2035 and 2050 are developed.

Keywords: agroecology, climate maps, sum of active temperatures, Crimean Peninsula, grapes, forecast.