

УДК 634.8.047:528.94:551.509.3:581.524.44(470.75)

UDC 634.8.047:528.94:551.509.3:581.524.44(470.75)

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94

DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94

**РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРОГНОЗА ПРОСТРАНСТВЕННОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА**

**DEVELOPMENT OF PROMISING
MAPPING MODELS
TO ESTIMATE
SPATIAL DISTRIBUTION
OF AGROECOLOGICAL
RESOURCES ON THE TERRITORY
OF CRIMEAN PENINSULA**

Рыбалко Евгений Александрович
канд. с.-х. наук
заведующий сектором агроэкологии

Rybalko Evgeniy Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Head of Agroecology Sector

Баранова Наталья Валентиновна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
сектора агроэкологии

Baranova Natalia Valentinovna
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of the Agroecology Sector

*Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
«Всероссийский национальный
научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия
«Магарач» РАН»,
Ялта, Республика Крым, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«All-Russian National
Research Institute
of Viticulture and Winemaking
«Magarach» of RAS»,
Yalta, Republic of Crimea, Russia*

Агроклиматические условия оказывают большое влияние на эффективность Выращивания сельскохозяйственных культур, качество и количество урожая, общее фитосанитарное состояние биоценозов. Крымский полуостров обладает благоприятными природными условиями для выращивания промышленной культуры винограда. Однако, в настоящее время потенциал агроклиматических ресурсов используется не в полном объёме при размещении промышленных посадок. В статье приведён анализ изменения агроэкологических показателей. В результате выявлены тенденции к довольно быстрому повышению таких показателей, как среднегодовая температура воздуха и сумма активных температур выше 10 °С. Установлено, что годовая сумма осадков на территории Крымского полуострова

Agroclimatic conditions have a great influence the efficiency of agricultural crops growing, the yield quality and quantity and the general phytosanitary condition of biocenoses. The Crimean peninsula has the favorable natural conditions for the cultivation of industrial grapes. However, at present, the potential of agroclimatic resources are used, not in full when placing the industrial plantations. Temporal trends in the change of the agro-ecological data have been analyzed in the article. Analysis revealed the tendency to enough rapid increase in such indicators as the average annual air temperature and the sum of active temperatures above 10 °C. It was established that the annual precipitation on the territory of the Crimean peninsula also demonstrated an upward

также имеет тенденцию к увеличению, однако весьма медленными темпами, а уровень морозоопасности, выражаемый величиной среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха, не имеет чётко выраженных тенденций к повышению или понижению. Разработана картографическая модель Долгосрочного прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова, включающая в себя данные на 2035 и 2050 гг. Согласно полученным данным климат на территории Крымского полуострова имеет тенденцию к потеплению. При этом складываются предпосылки для расширения территорий пригодных под поздние и среднепоздние сорта винограда, требующих большой теплообеспеченности местности выращивания. Однако при этом нельзя говорить о расширении границ неукрывной культуры винограда, так как зимние минимумы температур воздуха не показывают тенденций к повышению. Полученные данные исключительно важно учитывать при закладке новых виноградных насаждений, так как 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.

Ключевые слова: СОРТ ВИНОГРАДА, ЭКОТОП, ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТЬ, МОРОЗООПАСНОСТЬ, АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

tendency, however, at a rather low rate; while the frost-threat level expressed as the value of the mean absolute minimum of the air temperature didn't have a clear upward or downward tendency. A cartographic model was developed to allow a long-term forecasting of the spatial distribution of the agro-ecologic resources on the territory of the Crimean peninsula including the data for 2035 and 2050. Based on the data obtained, the climate of the Crimean peninsula has a tendency to warming. At the same time, pre-requisites are being formed to expand the areas suitable for cultivation of late and medium-late ripening grape varieties that require the higher heat provision of the cultivation area. However, it is not possible to speak About expanding the zone boundaries for open-earth cultivation of the grapevine culture, as winter minimums of air temperatures do not demonstrate an upward tendency. It is imperative to keep the obtained data in mind when new vineyards are being established, as, due to temporal ecotope boundary changes, a vineyard planted in the optimal agro-ecologic conditions can over time turn to be on the territory of an ecotope that does not meet the requirements of a particular grape variety.

Kew words: GRAPE VARIETY, ECOTOPE, HEAT SUPPLY, FROST THREAT, AGRO-ECOLOGIC RESOURCES, CARTOGRAPHIC MODEL

Введение. Агроклиматические условия оказывают большое влияние на эффективность выращивания сельскохозяйственных культур, качество и количество урожая, общее фитосанитарное состояние биоценозов [1, 2]. Крымский полуостров обладает благоприятными природными условиями для выращивания промышленной культуры винограда. Однако, в настоя-

щее время, потенциал агроклиматических ресурсов используется, не в полном объёме при размещении промышленных посадок [3-6]. Выделение агроклиматических зон с целью районирования конкретной культуры осуществлялось на основе учёта требований винограда к климату и оценки соответствия климата этим требованиям.

Изучением условий морозоопасности для винограда на территории Украины занимались Г.В. Ляшенко, З.А. Мищенко. Была разработана универсальная расчётная схема мезо- и микроклиматической изменчивости зимних температур воздуха в условиях горного рельефа в зависимости от базиса эрозии и степени континентальности климата. Установлены закономерности формирования микроклимата, обуславливающие необходимость детального геоморфологического анализа территорий, на которых планируется размещение или реконструкция виноградных плантаций [7].

Разработаны карты распределения минимальных температур, оснащённые легендой, которые позволяют показать варьирование низких температур воздуха в пространстве и во времени и применять эти характеристики для рационального ведения виноградарства Молдовы [8, 9].

Исследователи из Чехии провели моделирование воздействия изменения климата на виноградные лозы. Данная модель основана на экологической взаимосвязи между климатическим и растительным зонированием ландшафта. Результаты представленной модели показывают значительное увеличение площадей, климатически пригодных для выращивания винограда в исследуемом районе [10]. Построены модели морозоопасности для сокового винограда в Мичигане и ряда ключевых агроклиматических показателей в Южном Квебеке, который признан новым климатическим регионом, в котором климатические условия, особенно температуры тепла, медленно меняют условия роста растений [11, 12].

Проблема повышения продуктивности виноградников была и остаётся одной из ведущих проблем. Необходимость построения климатических карт Крымского полуострова обусловлена тем, что на территории

активно выращивают виноград, а поскольку данная культура является многолетней, важно знать, как климатические условия будут изменяться в будущем в течение всего срока эксплуатации насаждений. Они в существенной степени определяют урожай и качество виноградных насаждений, территориальную специализацию, а также особенности агротехники и мелиоративных мероприятий [13, 14].

Для рационального выбора размещения насаждений важное значение имеет понимание исторических тенденций и оценка будущих климатических изменений. В связи с этим большое значение имеет не только разработка моделей пространственного распределения основных агроэкологических факторов с актуальной на момент закладки виноградных насаждений информацией, но и составление прогноза изменения климатических условий на несколько ближайших десятилетий.

Целью данной работы являлась разработка перспективных картографических моделей прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований служили агроэкологические факторы (почвенные и климатические показатели) и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Республики Крым [15]. Для целей агроэкологического моделирования использован пакет программ ArcGIS, который позволяет проводить анализ влияния морфометрических особенностей местности на агроклиматические условия.

Обсуждение результатов. Для эффективного ведения виноградарства и рационального использования агроэкологических ресурсов территории нами была разработана цифровая комплексная многофакторная картографическая модель пространственного распределения основных лимитирующих промышленное виноградарство агроэкологических факторов, включающая в себя данные по морозоопасности и теплообеспеченности

территории, а также сведения о благоприятности для винограда почвенных условий [16]. Однако для полноценного использования данной разработки необходимо проанализировать, как учтённые в ней факторы изменятся в будущем, поскольку виноград является многолетним растением и произрастает на одном и том же месте несколько десятилетий.

Поэтому без учёта временной изменчивости агроэкологических факторов может возникнуть ситуация, когда заложенный на благоприятной для его выращивания территории виноградник может со временем оказаться в неподходящих условиях из-за климатических изменений, произошедших в течение срока эксплуатации насаждений.

Используя данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма за 1985-2017 гг., проведён анализ временных тенденций изменения таких показателей, как среднегодовая температура воздуха, сумма осадков за год, сумма активных температур воздуха выше 10 °С, средний из абсолютных минимумов температуры воздуха.

По данным показателям построены графики и выведены тренды, позволяющие методом экстраполяции прогнозировать возможные изменения климатических условий в будущем.

Поскольку срок эксплуатации производственных виноградников в Крыму составляет 25-30 лет, то было принято решение экстраполировать климатические данные до 2050 года, чтобы разрабатываемые прогностические картографические модели учитывали изменения климатических ресурсов в течение всего срока эксплуатации виноградников, закладываемых в настоящее время.

В результате проведённого анализа были выявлены тенденции к довольно быстрому повышению таких показателей, как среднегодовая температура воздуха и сумма активных температур выше 10 °С.

Установлено, что годовая сумма осадков на территории Крымского полуострова также имеет тенденцию к увеличению, однако весьма медленными темпами, а уровень морозоопасности, выражаемый величиной

среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха, не имеет чётко выраженных тенденций к повышению или понижению [17].

Для разработки перспективной картографической модели прогноза распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова была использована ранее разработанная нами цифровая комплексная многофакторная картографическая модель пространственного распределения основных лимитирующих промышленное виноградарство агроэкологических факторов, включающая в себя данные по морозоопасности и теплообеспеченности территории, а также сведения о благоприятности для винограда почвенных условий. В указанную модель были внесены корректировки климатических показателей согласно выявленным тенденциям их изменения. Поскольку уровень морозоопасности изучаемой территории за период 1985-2017 гг. не показал тенденций к повышению или понижению, то основное внимание при разработке перспективной прогностической модели было уделено изменению теплообеспеченности территории Крымского полуострова.

При помощи ГИС-технологий разработанная нами ранее карта теплообеспеченности Крымского полуострова [18] была скорректирована согласно выявленным тенденциям изменения данного показателя. В результате были построены карты прогноза распределения теплообеспеченности территории Крыма по состоянию на 2035 и 2050 гг.

Данные карты объединили с картографическими моделями распределения морозоопасности Крымского полуострова [19] и почвенными картами. В результате была разработана картографическая модель долгосрочного прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова, включающая в себя данные на 2035 и 2050 гг. (рис. 1, 2).

Для сравнения приводится разработанная нами ранее карта современного распределения экотопов на территории Крымского полуострова (рис. 3).

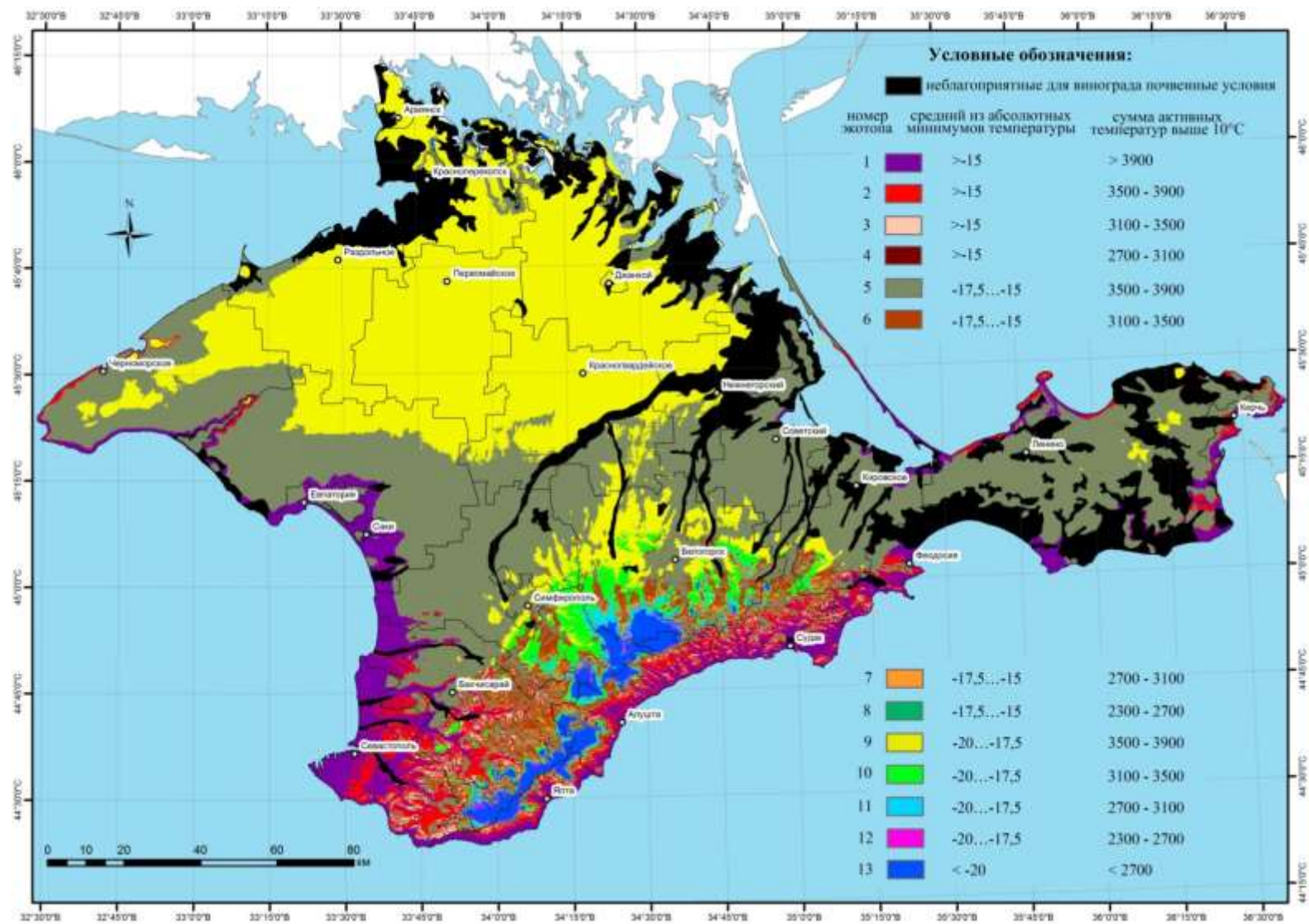


Рис. 1. Прогноз распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова на 2035 г.

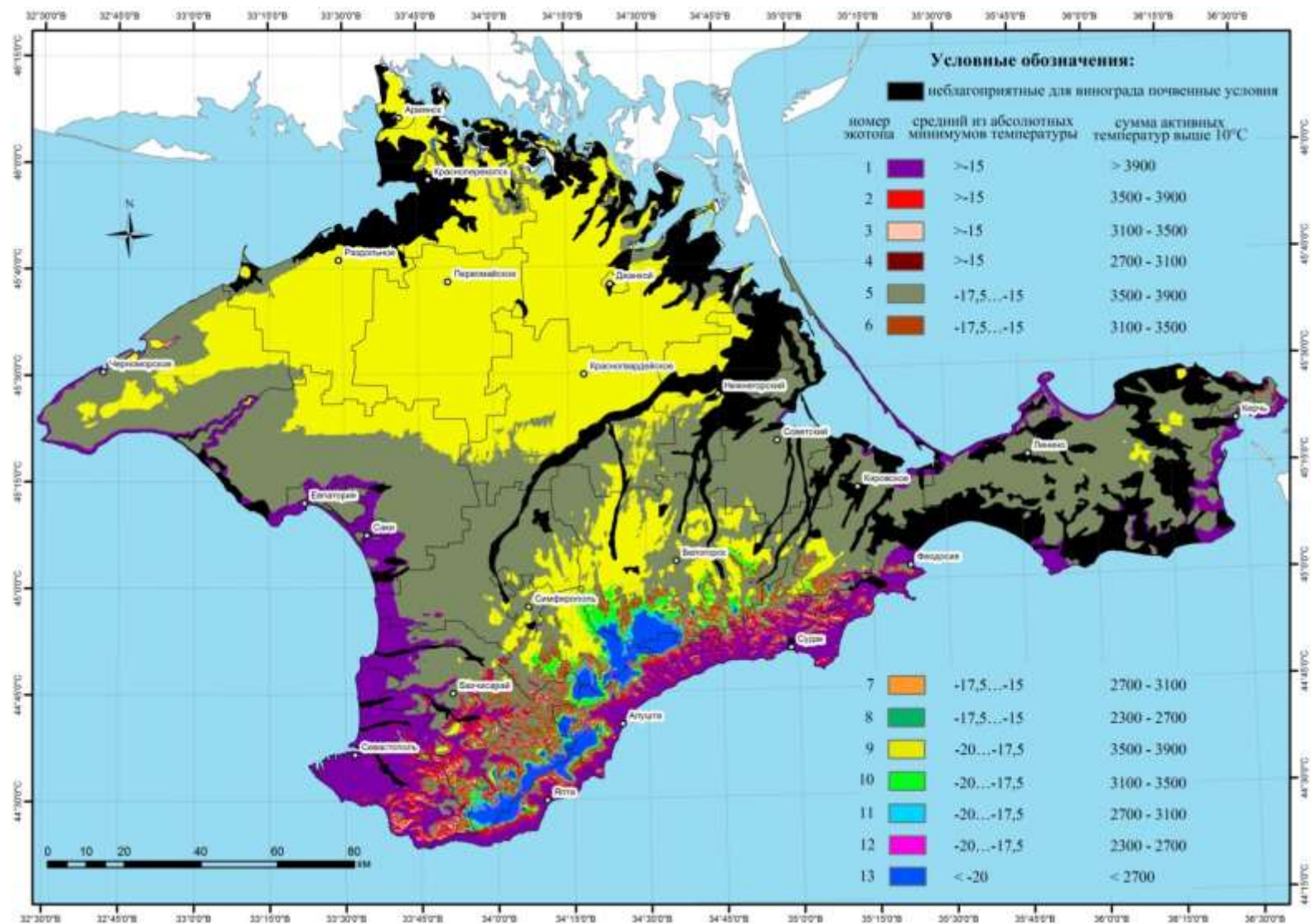


Рис. 2. Прогноз распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова на 2050 г.

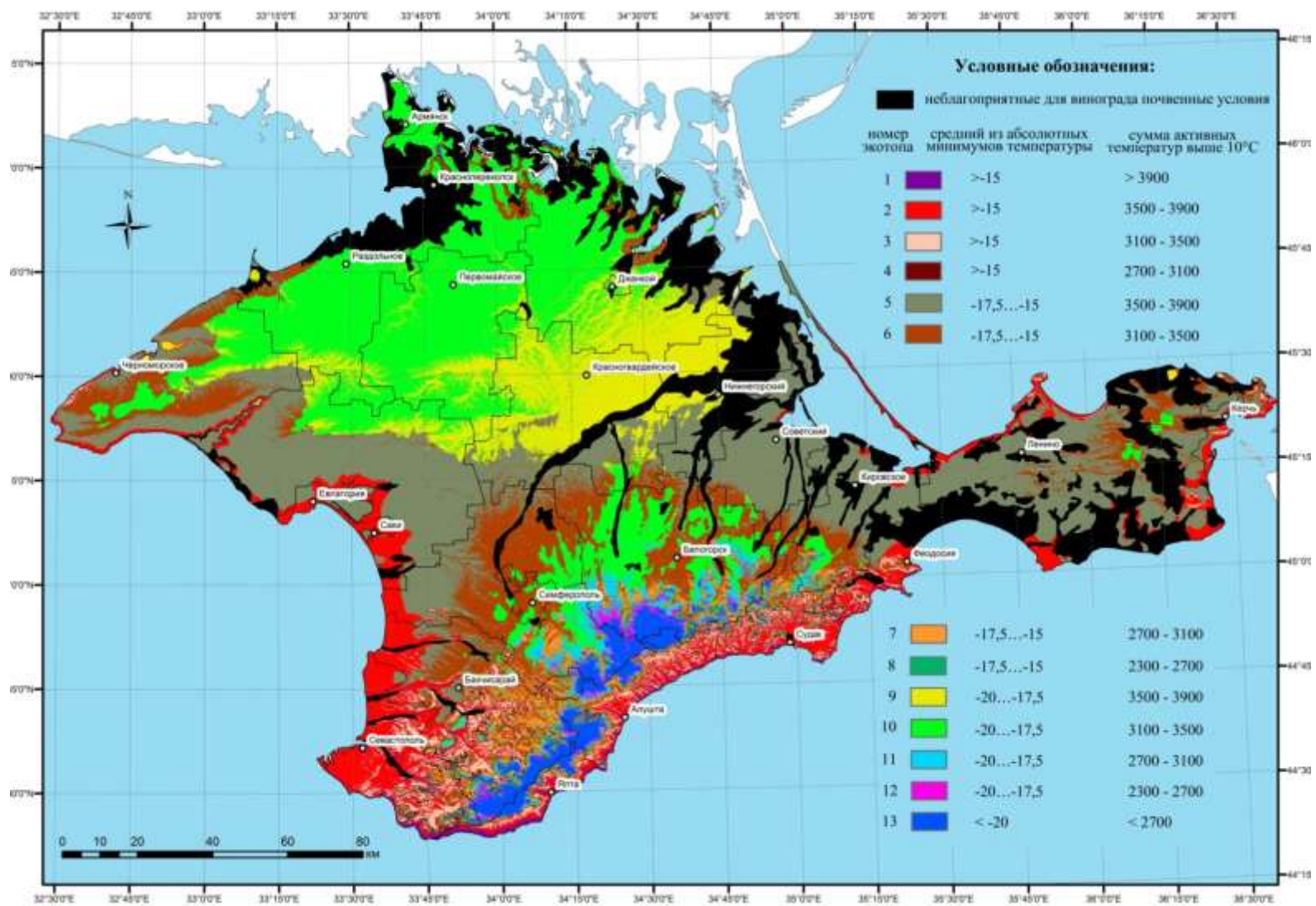


Рис. 3. Распределение агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова в 2017 г.

Полученные данные показывают значительное изменение соотношения площадей экотопов в 2017, 2035 и 2050 гг. (табл.).

Прогноз динамики изменения площадей экотопов Крымского полуострова

Номер экотопа	Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, С	Сумма температур выше 10 °С	Площадь, га		
			2017 г	2035 г	2050 г
1	> -15	> 3900	16529	172699	248226
2	> -15	3500 – 3900	201168	97866	45227
3	> -15	3100 – 3500	71296	31297	15440
4	> -15	2700 – 3100	24867	9683	4575
5	-17,5...-15	3500 – 3900	577335	870214	917569
6	-17,5...-15	3100 – 3500	312313	65847	36421
7	-17,5...-15	2700 – 3100	53394	23298	10777
8	-17,5...-15	2300 – 2700	24800	9623	4271
9	-20...-17,5	3500 – 3900	245411	755400	796169
10	-20...-17,5	3100 – 3500	523887	51984	25659
11	-20...-17,5	2700 – 3100	36604	19469	10668
12	-20...-17,5	2300 – 2700	15895	7486	4146
13	< -20	< 2700	56961	45595	41313
14	Неблагоприятные почвенные условия		403422	403422	403422

В результате проведённого анализа выявлена тенденция к значительному увеличению площадей экотопов № 1, 5, 9 и сокращению площадей экотопов № 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13.

Таким образом, можно отметить, что климат на территории Крымского полуострова в целом имеет тенденцию к потеплению. При этом складываются предпосылки для расширения территорий, пригодных под поздние и среднепоздние сорта винограда, требующие большой теплообеспеченности местности выращивания.

Однако при этом нельзя говорить о расширении границ неукрывной культуры винограда, так как зимние минимумы температур воздуха не показывают тенденций к повышению. Полученные данные исключительно важно учитывать при закладке новых виноградных насаждений, так как в

результате временного изменения границ экотопов виноградник, посаженный в оптимальных агроэкологических условиях, может со временем оказаться на территории экотопа, не отвечающего требованиям конкретного сорта [20-21].

Выводы. Разработаны перспективные картографические модели прогноза пространственного распределения уровней теплообеспеченности и морозоопасности до 2035 и 2050 гг., в основе которых лежит классификация территории по степени пригодности агроэкологических факторов для выращивания различных групп сортов винограда в Республике Крым. На период с 2017 по 2050 гг. прогнозируется тенденция к значительному увеличению площадей экотопов с теплообеспеченностью выше 3500 °С и сокращению площадей всех остальных экотопов.

Литература

1. Матвейкина Е.А., Странишевская Е.П. Биоэкологические особенности развития листовой формы филлоксеры на сорте винограда Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2013. № 4. С. 17-19.
2. Студенникова Н.Л., Васылык И.А., Котоловец З.В., Лиховской В.В. Особенности фенологических фаз автохтонных сортов винограда в условиях горнодолинного Крыма [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 47(5). С. 80–89. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/17/05/09.pdf>. (дата обращения: 09.04.2019).
3. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда в Бахчисарайском районе АР Крым на примере ГП АФ «Магарач»: Тематический сборник // А.М. Авидзба, В.И. Иванченко, Н.В. Баранова, Е.А. Рыбалко. Ялта: НИВиВ «Магарач», 2009. 19 с.
4. Фурса Д. И. Агроклиматическая оценка морозоопасности различных районов Крыма применительно к новым сортам винограда // Виноградарство и виноделие. 2003. № 1. С. 10–12.
5. Рыфф И.И., Березовская С.П. Влияние абиотического стресса на виноград // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений: сб. матер. междунар. науч. конф. (17-21 октября 2017 г.) Ростов-на-Дону. Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. С. 266-267.
6. Иванченко В.И., Тимофеев Р.Г., Баранова Н.В., Рыбалко Е.А. Оценка теплообеспеченности и морозоопасности земель предгорного отделения ГП АФ "Магарач" в контексте перспектив развития промышленного виноградарства // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2010. № 1. С. 10-11.
7. Міщенко З. А. Мікрокліматологія: Навчальний посібник. К: КНТ, 2007. 336 с.
8. Рапча М.П. Научные основы ампелоэкологической оценки и освоения виноградо-винодельческих центров республики Молдова. Кишинев, 2002. 332 с.

9. Софрони В.Е., Энтензон М.М. Методы расчета температурных показателей и их использование в сельскохозяйственном производстве // Почвы Молдавии и их использование в условиях интенсивного земледелия. Кишинев: Штиинца, 1978. С.42-49.
10. Machar I., Vlčková V., Buček A., Vrublová 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.
11. Schultze S.R., Sabbatini P., Andresen J.A. Spatial and temporal study of climatic variability on grape production in southwestern Michigan. American Journal of Enology and Viticulture, 2014, V. 65, I. 2, p. 179–188.
12. Jones N.K. An investigation of trends in viticultural climatic indices in Southern Quebec, a cool climate wine region. Journal of Wine Research, 2018, V. 29, I. 2, 3, p. 120–129.
13. Борисенко М.Н., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Алгоритм ампелоэкологической оценки территории с применением современных информационно-географических и математико-статистических методов // Русский виноград. 2017. Т. 5. С. 159-166.
14. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Размещение сортов винограда в Республике Крым в зависимости от морозоопасности территории // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. № 1. С. 26-28.
15. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «Крымское УГМС».
16. Рыбалко Е.А. Баранова Н.В. Агроэкологическое районирование Крымского полуострова для выращивания винограда // Системы контроля окружающей среды, выпуск 11 (31). Севастополь: ИПТС, 2018. С. 90-94.
17. 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.
18. 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 СКЗНИИСиВ. Т. 11. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. С. 17-22.
19. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Разработка математической модели пространственного распределения морозоопасности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда // Системы контроля окружающей среды. 2016. № 6 (26). С. 101-105.
20. Kadir Sorkel A. *Vitis vinifera* i *V. aestivalis* growth of *Vitis vinifera* L. and *Vitis aestivalis* Michx. as affected by temperature 11 Int. J. Fruit. Sei. 2005. 5. № 3. s. 69-82.
21. Carboneau A. Evaluation of grapevine cultivars: ecophysiological adaption and wine quality / A. Carboneau // VI Intern. Symp. on Grape Breeding, Yalta, Ukraine. 1994. P.88-89.

References

1. Matvejkina E.A., Stranishevskaya E.P. Bioekologicheskie osobennosti razvitiya listovoj formy filloksery na sorte vinograda Muskat belyj v usloviyah Yuzhnogo berega Kryma // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2013. № 4. S. 17-19.
2. Studennikova N.L., Vasylyk I.A., Kotolovec' Z.V., Lihovskoj V.V. Osobennosti fenologicheskikh faz avtohtonnyh sortov vinograda v usloviyah gorno-dolinnogo Kryma [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2017. № 47(5). S. 80-89. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/17/05/09.pdf>. (data obrashcheniya: 09.04.2019).
3. Vliyanie agroklimaticheskikh faktorov na produktivnost' vinograda v Bahchisarajskom rajone AR Krym na primere GP AF «Magarach»: Tematicheskij sbornik // A.M. Avidzba, V.I. Ivanchenko, N.V. Baranova, E.A. Rybalko. Yalta: NIViV «Magarach», 2009. 19 s.

4. Fursa D. I. Agroklimaticheskaya ocenka morozoopasnosti razlichnyh rajonov Kryma primenitel'no k novym sortam vinograda // Vinogradarstvo i vinodelie. 2003. № 1. S. 10-12.
5. Ryff, I.I., Berezovskaya S.P. Vliyanie abioticheskogo stressa na vinograd //Sovremennye tekhnologii v izuchenii bioraznoobraziya i introdukcii rastenij: sb. mater. mezhdunar. nauch. konf. (17-21 oktyabrya 2017 g.) Rostov-na-Donu. Taganrog: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2017. S. 266-267.
6. Ivanchenko V.I., Timofeev R.G., Baranova N.V., Rybalko E.A. Ocenka teploobespechenosti i morozoopasnosti zemel' predgornogo otdeleniya GP AF «Magarach» v kontekste perspektiv razvitiya promyshlennogo vinogradarstva // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2010. № 1. S. 10-11.
7. Mishchenko Z. A. Mikroklimatologiya: Navchal'nij posibnik. K: KNT, 2007. 336 s.
8. Rapcha M.P. Nauchnye osnovy ampeloekologicheskoy ocenki i osvoeniya vinogradovinodel'cheskih centrov respubliky Moldova. Kishinev, 2002. 332 s.
9. Sofroni V.E., Entenzon M.M. Metody rascheta temperaturnyh pokazatelej i ih ispol'zovanie v sel'skohozyajstvennom proizvodstve // Pochvy Moldavii i ih ispol'zovanie v usloviyah intensivnogo zemledeliya. Kishinev: Shtiinca, 1978. S.42-49.
10. Machar I., Vlčková V., Buček A., Vrublová 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.
11. Schultze S.R., Sabbatini P., Andresen J.A. Spatial and temporal study of climatic variability on grape production in southwestern Michigan. American Journal of Enology and Viti-culture, 2014, V. 65, I. 2, p. 179–188.
12. Jones N.K. An investigation of trends in viticultural climatic indices in Southern Quebec, a cool climate wine region. Journal of Wine Research, 2018, V. 29, I. 2, 3, p. 120-129.
13. Borisenko M.N., Rybalko E.A., Baranova N.V. Algoritm ampeloekologicheskoy ocenki territorii s primeneniem sovremennyh informacionno-geograficheskikh i matematiko-statisticheskikh metodov // Russkij vinograd. 2017. T. 5. S. 159-166.
14. Rybalko E.A., Baranova N.V. Razmeshchenie sortov vinograda v Respublike Krym v zavisimosti ot morozoopasnosti territorii // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2017. № 1. S. 26-28.
15. Agrometeorologicheskie byulleteni po territorii respubliky Krym // FGBU «Krymskoe UGMS».
16. Rybalko E.A. Baranova N.V. Agroekologicheskoe rajonirovanie Krymskogo poluostrova dlya vyrashchivaniya vinograda // Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy, vypusk 11 (31). Sevastopol': IPTS, 2018. S. 90-94.
17. Rybalko E.A. Baranova N.V. Issledovanie tendencij izmeneniya klimaticheskikh uslovij v Respublike Krym dlya planirovaniya razmeshcheniya vinogradnyh nasazhdenij // Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy. 2018. № 14 (34). S. 116-121.
18. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Razrabotka krupnomasshtabnoj kartograficheskoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya teploobespechennosti na territorii Kryma dlya kul'tury vinograda s uchyotom morfometriceskikh osobennostej rel'efa // Nauchnye trudy SKZNIISiV. T. 11. Krasnodar: SKZNIISiV, 2016. S. 17-22.
19. Rybalko E.A., Baranova N.V. Razrabotka matematicheskoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya morozoopasnosti na territorii Respubliki Krym primenitel'no k kul'ture vinograda // Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy. 2016. № 6 (26). S. 101-105.
20. Kadir Sorkel A. *Vitis vinifera* i *V. aestivalis* growth of *Vitis vinifera* L. and *Vitis aestivalis* Michx. as affected by temperature 11 Int. J. Fruit. Sei. 2005. 5. № 3. s. 69-82.
21. Carboneau A. Evaluation of grapevine cultivars: ecophysiological adaption and wine quality / A. Carboneau // VI Intern. Symp. on Grape Breeding, Yalta, Ukraine. 1994. P.88-89.