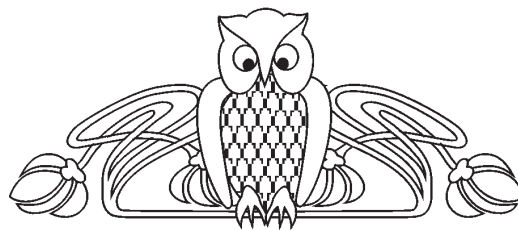




Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 22–26  
*Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 22–26

Научная статья  
УДК 551.555  
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

## О проявлениях изменения климата в режиме ветра на территории Сюникского марза (Армения)



В. Г. Маргарян<sup>1</sup>✉, Г. Д. Аветисян<sup>2</sup>, Г. А. Хачатрян<sup>1</sup>, П. Н. Маргарян<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ереванский государственный университет, Армения, 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, д. 1

<sup>2</sup>Управление охраны природы аппарата МЭРИИ Еревана, Армения, 0015, г. Ереван, ул. Аргисhti, д. 1

Маргарян Вардуи Гургеновна, кандидат географических наук, доцент, [vmargaryan@ysu.am](mailto:vmargaryan@ysu.am), <https://orcid.org/0000-0003-3498-0564>

Аветисян Горик Давидович, кандидат географических наук, главный эколог, [avetisyangorik@gmail.com](mailto:avetisyangorik@gmail.com)

Хачатрян Гор Арменович, студент, [gor.khachatryan2@ysumail.am](mailto:gor.khachatryan2@ysumail.am)

Маргарян Паргев Нверович, студент, [pargev.margaryan@ysumail.am](mailto:pargev.margaryan@ysumail.am)

**Аннотация.** Рассматриваются проявления изменения климата в закономерности режима ветра на территории Сюникского марза Армении. В качестве исходного материала использованы месячные данные ветра за период 1966–2018 гг. шести метеорологических станций. На всех метеостанциях, кроме Капан, действующих в настоящее время на территории Сюникского марза, за 1966–2018 гг. наблюдается тенденция уменьшения скорости ветра. На примере метеостанции Горис показано число случаев колебания направлений ветра и штилей, обусловленного изменением климата. Полученные результаты могут использоваться для мониторинга климата на территории Сюникского марза, при климатическом обслуживании отраслей народного хозяйства, разработке ветроэнергетических кадастров территорий и корректировке строительных нормативов.

**Ключевые слова:** Армения, Сюникский марз, скорость ветра, температура воздуха, повторяемость, число случаев колебания направлений ветра и штилей, изменение климата

**Для цитирования:** Маргарян В. Г., Аветисян Г. Д., Хачатрян Г. А., Маргарян П. Н. О проявлениях изменения климата в режиме ветра на территории Сюникского марза (Армения) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 22–26. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Article

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

**On the manifestations of climate change in the wind regime in the territory of Syunik marz (Armenia)**

Vardui G. Margaryan<sup>1</sup>✉, [vmargaryan@ysu.am](mailto:vmargaryan@ysu.am), [orcid.org/0000-0003-3498-0564](https://orcid.org/0000-0003-3498-0564)

Gorik D. Avetisyan<sup>2</sup>, [avetisyangorik@gmail.com](mailto:avetisyangorik@gmail.com)

Gor A. Khachatryan<sup>1</sup>, [gor.khachatryan2@ysumail.am](mailto:gor.khachatryan2@ysumail.am)

Pargev N. Margaryan<sup>1</sup>, [pargev.margaryan@ysumail.am](mailto:pargev.margaryan@ysumail.am)

<sup>1</sup>Yerevan State University, 1 Alek Manoukian St., Yerevan 0025, Armenia

<sup>2</sup>Department of Nature Protection of Yerevan Municipality, 1 Argishti St., Yerevan 0015, Armenia

**Abstract.** The manifestations of climate change in the regularities of the wind regime in the territory of Syunik marz of Armenia are considered. Monthly wind data for the period 1966–2018 of six weather stations were used as a source material. It was found that at all meteorological stations, except for Kapan, currently operating in the territory of Syunik marz there is a tendency towards a decrease in wind speed for 1966–2018. The number of cases of wind directions and calmness also fluctuates, due to climate changes, which are presented in the work on the example of the Goris weather station. The results obtained can be used to monitor the climate in the territory of Syunik marz in the climatic service of the national economy branches, in the development of wind energy cadastres of territories, in the adjustment of building standards.

**Keywords:** Armenia, Syunik marz, wind speed, air temperature, repeatability, the number of cases of wind directions and calm, climate change

**For citation:** Margaryan V. G., Avetisyan G. D., Khachatryan G. A., Margaryan P. N. On the manifestations of climate change in the wind regime in the territory of Syunik marz (Armenia). *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 22–26 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-22-26>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)



## Введение

Изучение особенностей ветрового режима данной территории является очень актуальной задачей, особенно в связи с глобальными и региональными изменениями климата.

Исследованию ветрового режима посвящены многочисленные научные работы [1–5]. В настоящее время интерес к рассматриваемой теме обусловлен преимущественно необходимостью изучения проявлений изменения климата в ветровом режиме [2, 6–8]. Вопросы о ветровом режиме очень актуальны в Республике Армения, они обсуждаются в нескольких работах [9–11 и др.]. Средние многолетние данные о ветровом режиме приведены в климатических справочниках [12–13 и др.]. В этой статье оцениваются особенности ветрового режима Сюникского марза в условиях изменения климата с использованием современных данных.

Изучаемая территория расположена в юго-восточной части Республики Армения, имеющей самую большую разницу в высоте поверхности. Большую часть территории марза составляют скалы, горные хребты и ущелья. На западе простирается Зангезурский хребет. Их восточные склоны

относительно малонаклонные, раздробленные притоками Воротана (постепенно спускаются в его долину). Западные склоны более откосые и разрезаны притоками Аракса. В Сюникском марзе много межгорных вогнутых и эрозионных долин, горных хребтов, которые оставляют свой отпечаток на режиме скорости ветра [9, 11].

Целью данной статьи является оценка проявления изменения климата в режиме ветра.

## Материалы и методы исследования

В качестве исходных данных в статье использованы материалы многолетних наблюдений за характеристикой скорости ветра за период со дня открытия станции Горис до 2018 г. (данные «Центра гидрометеорологии и мониторинга» ГНКО Министерства окружающей среды Республики Армения). В настоящее время действуют всего пять метеорологических станций (рис. 1), фактические данные которых были использованы при проведении исследований в этой статье.

В статье применялись методы математической статистики, картографии. Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакетов Statistica и Excel.

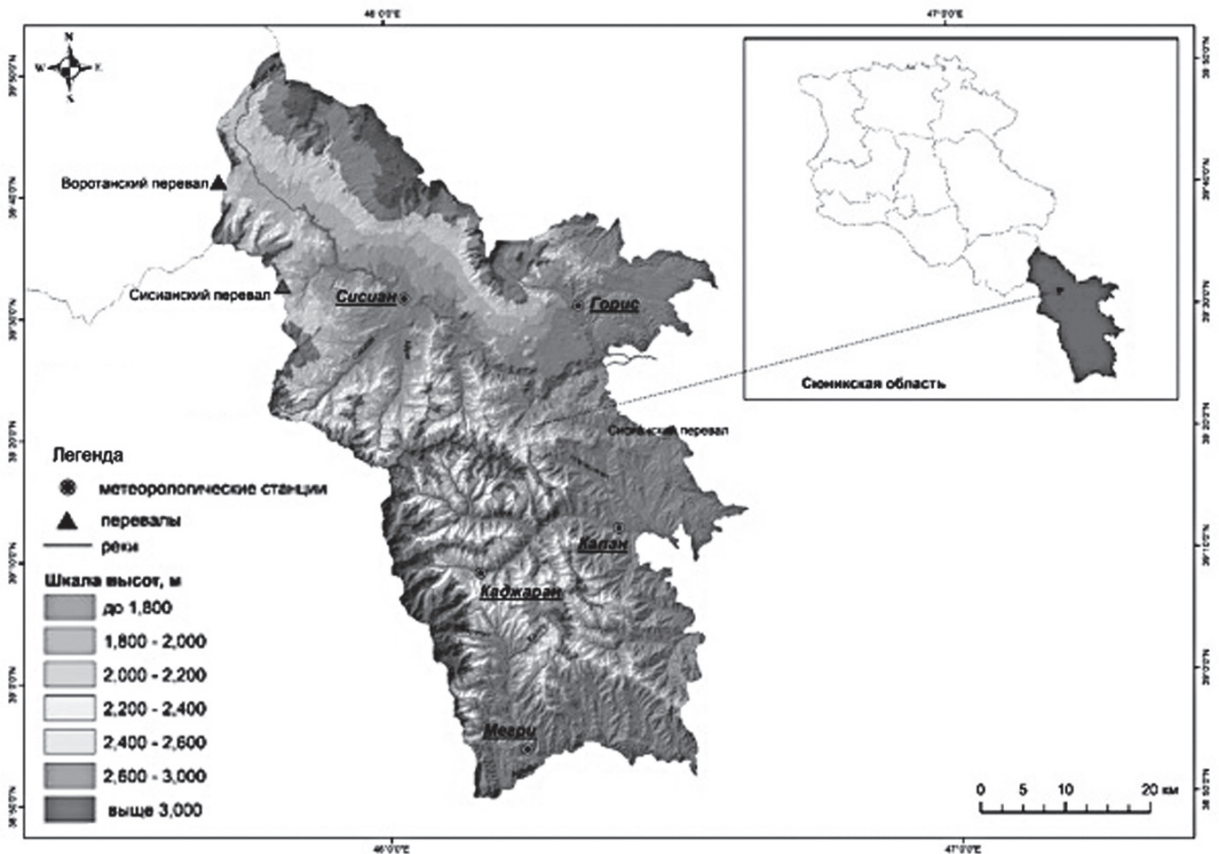


Рис. 1. Сеть метеорологических станций в Сюникском марзе. На врезке показано его положение на территории Армении



## Результаты и их обсуждение

В Сюникском марзе режим скорости ветра отличается разнообразностью, обусловленной сложными орографическими особенностями, характером подстилающей поверхности, общециркуляционными и местными синоптическими процессами, антропогенными факторами и т. д. [9, 11].

Основной характеристикой, определяющей интенсивность ветра, а также эффективность использования ветровой энергии, является его средняя скорость за определенный период времени. Многолетние среднемесячные и годовые значения скорости ветра за период 1966–2018 гг., установленные с помощью фактических наблюдений действующими в настоящее время метеорологическими станциями, представлены в табл. 1. В виде исключения приводятся также фактические данные Сисианского перевала, несмотря на то что последний закрыт с ноября 1988 г. Это связано с тем, что на данной метеорологической станции зарегистрировано максимальное среднемесячное и среднегодовое значение ветра, которое не отличается ни в пределах Синюкского марза, ни на всей территории республики.

Средняя годовая скорость ветра на исследуемой территории колеблется от 1,1 до 7,7 м/сек (см. табл. 1). Наибольшие средние скорости ветра наблюдаются на Сисианском перевале, особенно летом, чему способствует его положение: он открыт с востока и запада, а с севера и юга закрыт горами. С восточной стороны перевал направлен к Воротанскому бассейну, где зимы холодные, лето умеренно жаркое, а с западной стороны – в сторону Нахичеванского бассейна, где лето жаркое, а зима теплая. В западной и восточной частях перевала температура воздуха различается, а значит, и давление воздуха, что способствует усилению ветра. Наименьшие средние скорости ветра наблюдаются в Мегри, особенно осенью и зимой. Это обусловлено тем, что он расположен между южными склонами горных хребтов Мегри и Зангезур, в глубоком ущелье реки Мегри на высоте 627 м.

На исследуемой территории скорость ветра имеет не совсем явно выраженный годовой ход.

На некоторых метеорологических станциях (Сисианский перевал, Сисиан, Каджаран и Мегри) наблюдается два максимальных и два минимальных значения скорости ветра. Годовой ход скорости ветра в Горисе и Капане не ясен. В Горисе наблюдается рост средней скорости ветра с октября по январь, а потом уменьшается. В Капане рост средней скорости ветра происходит с января по апрель, а затем снижается [11].

Рассмотрен временной ход скорости ветра в Сюникском марзе. Несмотря на то что длина некоторых рядов скорости ветра достигает 100 и более лет, с целью сравнения трендов использовали ряды продолжительностью 53 года (1966–2018 гг.). Как пример, на рис. 2 представлены изменения скорости ветра на метеостанциях Сисиан и Горис. В работе [11] изменения скорости ветра приведены за три периода (1966–1985 гг., 1986–2000 гг., 2001–2018 гг.). В этой работе показано, что как по месяцам, так и за год наблюдается неоднородная динамика средних значений скорости ветра. Иными словами, динамика изменения скорости ветра в горных странах имеет сложный и разнообразный вид, поскольку там, кроме воздействия изменения климата на режим ветра, большое влияние имеет орография.

На всех действующих метеостанциях, кроме Капан, за период 1966–2018 гг. наблюдается уменьшение средней скорости ветра. Тем не менее изменение скорости ветра не настолько закономерно, как изменение температуры воздуха. Это в основном обусловлено неоднородностью рядов скорости ветра. Неоднородность чаще всего возникает из-за переноса флюгера, смены датчиков измерений, постройки вблизи станции жилых или промышленных объектов, вырубки деревьев, близости крупных насаждений деревьев, а также из-за смены наблюдателей. Важным также является географическое положение самой станции.

С целью оценки проявления изменения климата в режиме скорости ветра обсуждено также изменение температуры (см. рис. 2). Изменение средних годовых температур более четкое – оно закономерно растет. Отсюда следует, что изменение скорости ветра является также результатом изменения климата, осложненного множеством разных факторов, их совместным воздействием.

Таблица 1

Среднемесячная и годовая скорость ветра, м/сек, в марзе Сюник за период 1966 – 2018 гг.

Метеорологические станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сисианский перевал*	8,5	8,2	8,1	7,5	6,6	7,1	8,5	9,1	7,2	6,6	7,3	8,3	7,7
Сисиан	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,9	2,5	2,5	1,9	1,2	1,2	1,4	1,7
Горис	1,7	1,5	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,4	1,7	1,4
Капан	1,1	1,3	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3
Каджаран**	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2
Мегри	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,3	1,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,1

Примечание. \* 1966–1988 гг., \*\* 1975–2018 гг. [11].

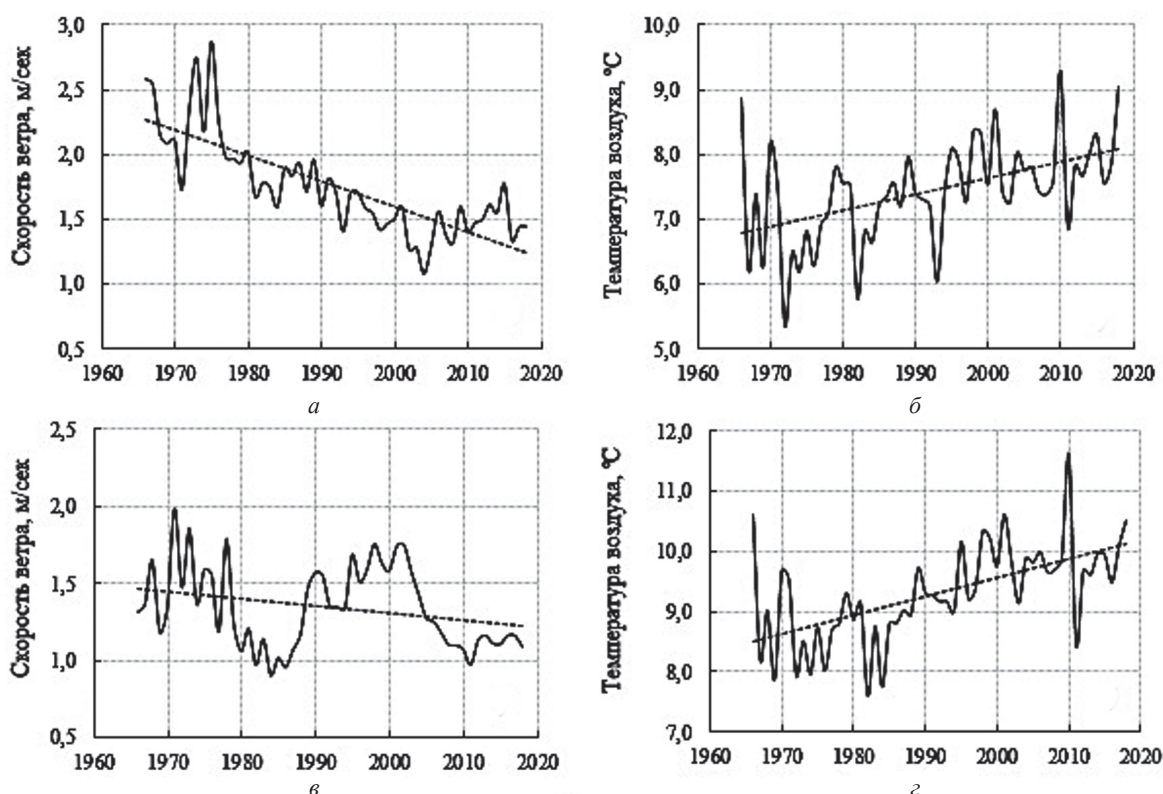


Рис. 2. Многолетние изменения средней годовой скорости ветра (а, в) и температуры воздуха (б, з) в Сюникском марзе для метеостанций на разных высотах: Сисиан – 1507 м (а, б), Горис – 1105 м (в, з)

В публикациях [2, 6, 8] отмечается тенденция к уменьшению скорости приземного ветра для разных регионов СНГ. Так, устойчивое уменьшение скорости ветра наблюдается во всей толще тропосферы Причерноморского региона с 1973 по 2012 г. в теплый период года. Более того, наибольшие отрицательные аномалии характерны для слоя от 500 до 400 гПа [6]. Устойчивые тенденции к ослаблению ветра во все сезоны года отмечаются в районе побережья Охотского моря, в том числе ослабевают ветры характерных сезонных направлений [2]. Снижение скорости ветра отмечается и на всей территории Приволжского Федерального округа [8].

В статье в качестве примера приведена повторяемость (%) направления ветра и штиля на метеорологической станции Горис (рис. 3). Согласно многолетним данным, небольшую повторяемость имеют ветры северного, северо-восточного и восточного направлений. Наибольшую повторяемость – ветры северо-западного направления, а также штиль. На долю ветров северо-западного направления приходится 37% (не считая штилей) всех ветров.

Межгодовые изменения повторяемости направлений ветра и штилей за период 2011–2018 гг. для метеостанции Горис представлены на рис. 4.

Тенденция роста наблюдается у ветров северного, северного-северо-восточного, северо-восточного, восточного, южного-юго-восточного, северо-западного, северного-северо-западного направлений.

### Заключение

Таким образом, можно сказать, что в Сюникском марзе за период 1966–2018 гг. преимущественно (кроме метеостанции Капан) наблюдается уменьшение средней скорости ветра, что обусловлено изменением климата. Изменение средних годовых температур более четкое – оно закономерно растет. На метеостанции Горис за период 2011–2018 гг. наблюдается тенденция роста скорости ветра в северном, северо-северо-восточном, северо-восточном, восточном, юго-восточном-южном, северо-западном, северо-северо-западном направлениях.

Полученные результаты могут использоваться для мониторинга климата на территории Сюникского марза, при климатическом обслуживании отраслей народного хозяйства, при разработке ветроэнергетических кадастров территорий и корректировке строительных нормативов.

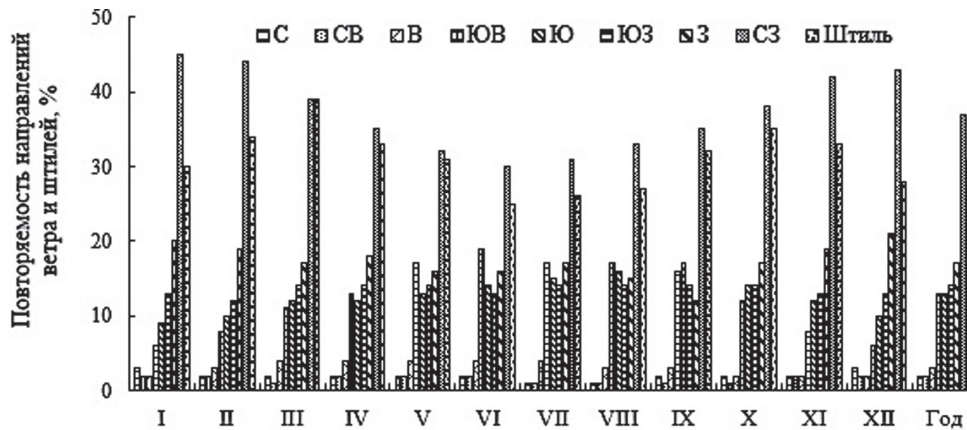


Рис. 3. Повторяемость направлений ветра и штилей для метеостанции Горис

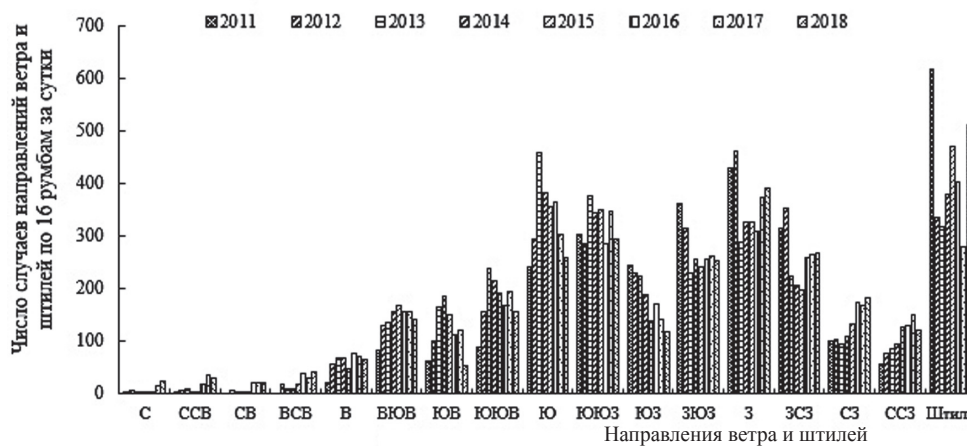


Рис. 4. Межгодовые изменения повторяемости направлений ветра и штилей за период 2011–2018 гг. для метеостанции Горис

### Библиографический список

1. *Ивус Г. П., Агайар Э. В.* Физико-статистический анализ и прогноз слабого ветра и инверсий температуры над территорией Северо-Западного Причерноморья. Одесса : ТЭС, Одесский государственный экологический университет, 2018. 202 с.
2. *Мезенцева Л. И., Федулов А. С.* Современные изменения режимных характеристик ветра на станциях Охотоморского побережья // *Известия ТИНРО*. 2017. № 190. С. 159–166. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-190-159-166
3. *Носкова Е. В., Обязов В. А.* Ветровой режим Забайкальского края // *Ученые записки ЗабГУ*. 2015. № 1(60). С. 115–121.
4. *Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н.* Режим ветра над побережьем и шельфом северо-восточной части Черного моря // *УкрНИГМИ*. 2008. № 257. С. 84–105.
5. *Ягафарова Г. А., Куужина Г. Ш., Бускунова Г. Г., Тансыккужина Р. С.* Особенности ветрового режима в условиях г. Сибай Республики Башкортостан // *Самарская Лука : проблемы региональной и глобальной экологии*. 2018. № 27(3). С. 126–129. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10054.
6. *Данова Т. Е.* Современные изменения скорости ветра в теплый период года в тропосфере Причерноморского ре-

7. *Крашенинникова С. Б., Крашенинникова М. А.* Оценка изменчивости скорости ветра в Причерноморском регионе России на основе выбранных моделей проекта СМIP5 // *Вестник Московского университета. Сер. 5, География*. 2019. № 6. С. 60–66.
8. *Переведенцев Ю. П., Аухадеев Т. Р.* Особенности ветрового режима в Приволжском федеральном округе в последние десятилетия // *Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле*. 2014. № 2. С. 112–121.
9. *Багдасарян А. Б.* Климат Армянской ССР. Ереван : Издательство АН АрмССР, 1958. 146 с.
10. *Нерсесян А. Г.* Климат Армении. Ереван : Издательство Хайпетрат, 1964. 304 с.
11. *Маргарян В. Г.* Особенности режима климатических характеристик скорости ветра на территории Сюникского марза // *Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология*. 2020. № 2. С. 46–54. DOI: 10.17308/geo.2020.2/2885
12. *Климатический справочник. Ч. III. Атмосферное давление и Ветер*. Ереван, 2013. 160 с.
13. *Справочник по климату СССР. Вып. 16, ч. III. Ветер*. Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. 168 с.

Поступила в редакцию 10.10.2020, после рецензирования 06.11.2020, принята к публикации 20.11.2020  
 Received 10.10.2020, revised 06.11.2020, accepted 20.11.2020