



УДК 528.946: 57.045

DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-4-525-544

Анализ основных климатических параметров и составление климатической карты острова Сахалин

¹Братков В.В., ²Мелкий В.А., ²Верхотуров А.А., ¹Лукьяненко Н.Д.

¹Московский государственный университет геодезии и картографии,
Россия, 105064, г. Москва, Гороховский пер., 4;

²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,
Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б

E-mail: vbratkov@mail.ru; vamelkiy@mail.ru; ussr-91@mail.ru

Аннотация. Изменение климата оказывает влияние на комфортность проживания и возможность ведения отдельных видов хозяйственной деятельности на той или иной территории. Увеличение среднегодовой температуры на несколько градусов способно привести к деградации темнохвойных лесов на о. Сахалин, на смену которым могут прийти широколиственные леса или травяная растительность. Глобальные изменения климата губельны для многих видов растительности и животного мира. Необходимо с определенной периодичностью проводить картографирование современных климатических условий на заданной территории для пространственного анализа климатических данных. Целью работы является анализ климатических условий острова Сахалин и составление климатической карты при помощи программных средств ArcGIS, MapInfo, Adobe Illustrator. В результате исследования разработан проект климатической карты о. Сахалин, которая может входить в состав атласа Сахалинской области. Результаты работы могут применяться в качестве образца составления аналогичных карт для других территорий.

Ключевые слова: геоинформационное картографирование, климатические условия, климатическая карта, моделирование, о. Сахалин, ArcGIS.

Для цитирования: Братков В.В., Мелкий В.А., Верхотуров А.А., Лукьяненко Н.Д. 2021. Анализ основных климатических параметров и составление климатической карты острова Сахалин. Региональные геосистемы, 45 (4): 525–544. DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-525-544

Analysing of the Main Climatic Variables and Compilation of Climate Map of Sakhalin Island

**¹Vitaly V. Bratkov, ²Vyacheslav A. Melkiy, ²Alexey A. Verkhoturov,
¹Nikolay D. Luk'yanenko**

¹Moscow State University of Geodesy and Cartography,
4 Gorokhovskiy Per., Moscow 105064, Russia

²Institute Marine Geology and Geophysics, FEB RAS,
1B Nauki St, Yuzhno-Sakhalinsk 693022, Russia

E-mail: vbratkov@mail.ru; vamelkiy@mail.ru; ussr-91@mail.ru

Abstract. Climate change affects the comfort of living and the possibility of carrying out certain types of economic activities in a particular territory. Increase in the average annual temperature by several degrees can lead to a de-gradation of dark coniferous forests on Sakhalin Island, which can be replaced by broad-



leaved forests or grass vegetation. Global climate changes are fatal for many species of flora and fauna. It is necessary to carry out mapping of modern climatic conditions for given territory with certain frequency in order to perform spatial analysis of climatic data. The purpose of the work was to analyze the climatic conditions of Sakhalin Island and compile a climate map using software tools ArcGIS, MapInfo, Adobe Illustrator. As a result of the researches, a draft climate map of Sakhalin Island, which may be part of the atlas of the Sakhalin region. The results of the work can be used as a sample for drawing up similar maps for other territories.

Keywords: geoinformation mapping, climate conditions, climatic map, Sakhalin, modeling, ArcGIS.

For citation: Bratkov V.V., Melkiy V.A., Verkhoturov A.A., Luk'yanenko N.D. 2021. Analysing of the Main Climatic Variables and Compilation of Climate Map of Sakhalin Island. *Regional geosystems*, 45 (4): 525–544 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2021-45-4-525-544

Введение

Климат оказывает существенное влияние на многие сферы жизнедеятельности человека. С точки зрения исследователей глобальных планетарных процессов, наибольший интерес представляет не столько анализ динамики основных климатических параметров (температуры и осадков), сколько изменения характера их воздействия на живые организмы и возможности прогностического моделирования эволюции экосистем [Ivanov, Lisetskii, 1995]. Среди причин глобальных изменений отмечается ряд факторов, среди которых можно выделить основные. В качестве причин основных современных изменений климата признанными считают парниковый эффект, возникающий за счет антропогенного увеличения содержания углекислого газа в тропосфере или за счет 11- и 80-летнего циклов солнечной активности, а также истончение озонового слоя [Груздев, 2014; Братков и др., 2021].

Недостаточная изученность процессов в околоземном пространстве, влияющих на динамику климата, вызывает потребность проведения постоянных инструментальных наблюдений за изменениями основных характерных параметров, в связи с чем организован мониторинг окружающей среды. Анализ данных мониторинга позволяет выявить разнообразие климатических условий на территории о. Сахалин, который располагается в умеренном климатическом поясе [Körpen, Wegener, 1924; Алисов, 1936; Берг, 1947; Хромов, Петросянц, 2006; Братков, Воронин, 2015].

Объекты и методы исследования

Основные параметры, которые характеризуют динамику условий острова Сахалин и их современное состояние, проанализированы по данным рядов инструментальных наблюдений, имеющихся в свободном доступе на сайтах <https://meteoinfo.ru> и <http://www.pogodaiklimat.ru> [Климат городов..., 2021; Сахалинская область..., 2021], выполненных на метеостанциях «Москальво», «Погиби», «Ноглики», «Александровск-Сахалинский», «Тымовское», «Пограничное», «Невельск», «Южно-Сахалинск» (рис. 1).

Сведения о климатических параметрах имеются на сайтах <https://meteoinfo.ru> и <http://www.pogodaiklimat.ru> [Климат городов..., 2021; Сахалинская область..., 2021]. Используются данные о среднесуточных и месячных температурах и осадках с метеостанций Сахалина за 1960–2020 гг., обработка которых осуществлялась в пакете MS-Excel. В результате были получены стандартные статистические показатели: средние месячные и годовые значения, экстремумы и стандартное отклонение.



Рис. 1. Схема расположения гидрометеорологических станций на о. Сахалин по данным Росгидромета [Метеостанции, 2021] (красным цветом отмечены станции, данные которых использованы в статье)

Fig. 1. Location scheme of hydrometeorological stations in the Sakhalin Island by Rosgidromet [Meteorological stations, 2021] (stations whose data is used in the article are marked in red)

Анализ ряда данных и определение линейных временных трендов характеристик погоды осуществляли статистическими методами [Андерсон, 1976; McKittrick, 2010; Муха, 2020]. Разложив ряды на компоненты, мы получили изменение среднего уровня переменной, то есть тренд среднего. В рамках анализа тренда среднего выделяется полиномиальный тренд:

$$\bar{x}_t = a_0 + a_1 \cdot t + \dots + a_p \cdot t^p, \quad (1)$$

при $p = 1$ имеем линейный тренд.

Динамика температуры и осадков оценивалась с помощью линейного тренда, выраженного функцией:

$$y = ax + b, \quad (2)$$

где x – значение положения во временном ряду (номер месяца, года); y – последовательность значений, которые мы анализируем (температура, осадки); b – точка пересечения с осью y на графике (минимальный уровень); a – величина, на которую увеличивается следующее значение временного ряда.

В случае $a > 0$ динамика роста положительная, $a < 0$ – динамика тренда отрицательная.

Картографирование осуществляли при помощи таких программных средств, как ArcGIS, Adobe Illustrator, которые используются для составления тематических карт различного содержания [Барталёв и др., 2015; Батуев и др., 2015; Пьянков и др., 2017; Fick, Hijmans, 2017; Сулова и др., 2018; Братков и др., 2019; Терехин, 2019; Чалая и др., 2019; Мелкий и др., 2020; Чилингер и др., 2020].

Результаты и их обсуждение

Анализ современных климатических условий о. Сахалин.

Изменения величины месячной и годовой температуры воздуха, по данным метеостанции (МСТ) «Москальво» за 1960–2020 гг., иллюстрируют табл. 1 и рис. 2.

Таблица 1
Table 1

Термический режим по данным метеостанции (м/с) «Москальво» (32014) за 1960–2020 гг.
Thermal regime according to the data of weather station (WS) "Moskal'vo" (32014) for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -25,5 | -25,8 | -18,1 | -8,7 | 0,6 | 6,8 | 10,6 | 12,4 | 8,6 | 0,9 | -9,8 | -23,3 | -3,9 |
| Макс. | -11,4 | -14,9 | -7,3 | -0,9 | 5,9 | 14,9 | 18,2 | 18,2 | 13,2 | 6,0 | -2,4 | -7,3 | 0,0 |
| Сред. | -19,9 | -19,7 | -13,7 | -4,1 | 2,6 | 10,1 | 14,5 | 15,0 | 11,1 | 3,5 | -5,8 | -15,2 | -1,7 |
| Станд. откл. | 3,2 | 2,7 | 2,4 | 1,5 | 1,2 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 2,0 | 3,3 | 0,9 |

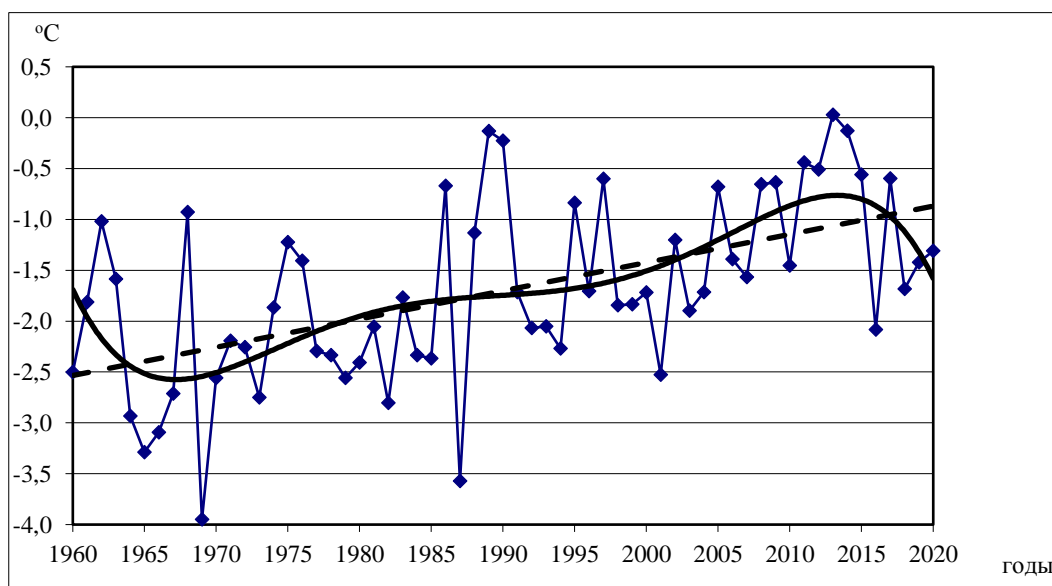


Рис. 2. Изменения средней годовой температуры воздуха по данным МСТ «Москальво», 32014 за 1960–2020 гг. (здесь и далее: пунктирная линия – линейный тренд, сплошная – полиномиальный)

Fig. 2. Graph of the course of Average annual temperatures according by data of WS "Moskal'vo", 32014 for 1960–2020 (here and further: dotted line – linear trend, solid line – polynomial)

Изменения величины месячных и годовых осадков, по данным метеостанции (МСТ) «Москальво» за 1960–2020 гг., иллюстрируют табл. 2 и рис. 3.

Таблица 2
Table 2

Изменения количества осадков по данным МСТ «Москальво», 32014 за 1960–2020 гг.
Change in amount of precipitation according by the WS "Moskal'vo", 32014 for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 11 | 8 | 20 | 23 | 0 | 337 |
| Макс. | 95 | 74 | 97 | 104 | 125 | 100 | 146 | 142 | 176 | 170 | 230 | 134 | 880 |
| Сред. | 30 | 24 | 24 | 25 | 36 | 33 | 54 | 66 | 70 | 76 | 76 | 53 | 567 |
| Станд. откл. | 20 | 19 | 21 | 18 | 24 | 23 | 39 | 34 | 39 | 32 | 34 | 28 | 115 |

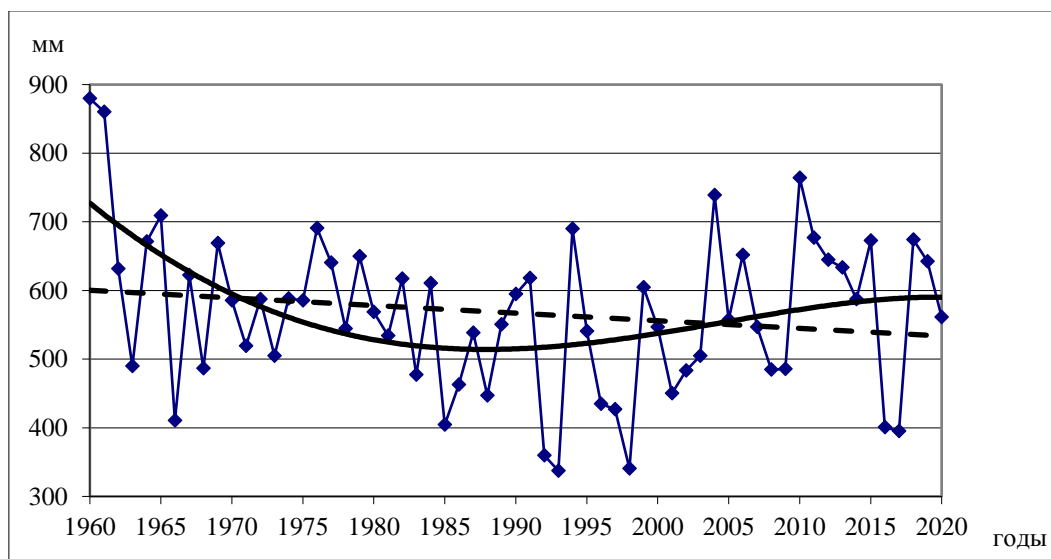


Рис. 3. Изменения величины годовых осадков на МСТ «Москальво», 32014 за 1960–2020 гг.
Fig. 3. The change in the value of annual precipitation on MS "Moskalvo", 32014 for 1960–2020

По данным наблюдений на МСТ «Москальво», за 60-летний период отмечается положительный тренд приземной средней месячной температуры, соответствующий ее увеличению на 0,03 °C в год, и отрицательный – для годовых осадков со значением 1 мм в год.

Изменения термических условий на МСТ «Погиби» за 1966–2019 гг. показаны на рис. 4 и в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Термический режим по данным МСТ «Погиби», 32027 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by the WS "Pogibi" for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °C | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -24,9 | -24,1 | -16,6 | -6,4 | 0,9 | 6,9 | 12,1 | 12,4 | 3,3 | -8,8 | -17,7 | -22,5 | -3,3 |
| Макс. | -11,7 | -9,4 | -1,3 | 4,8 | 10,4 | 15,6 | 16,7 | 18,1 | 13,8 | 6,3 | -2,7 | -10,5 | 0,3 |
| Сред. | -19,3 | -17,9 | -11,6 | -2,8 | 2,9 | 10,0 | 14,3 | 15,5 | 11,6 | 3,4 | -7,6 | -16,0 | -1,4 |
| Станд. откл. | 2,5 | 3,1 | 3,1 | 2,0 | 1,9 | 1,5 | 0,9 | 1,2 | 1,8 | 2,5 | 3,2 | 2,5 | 0,8 |

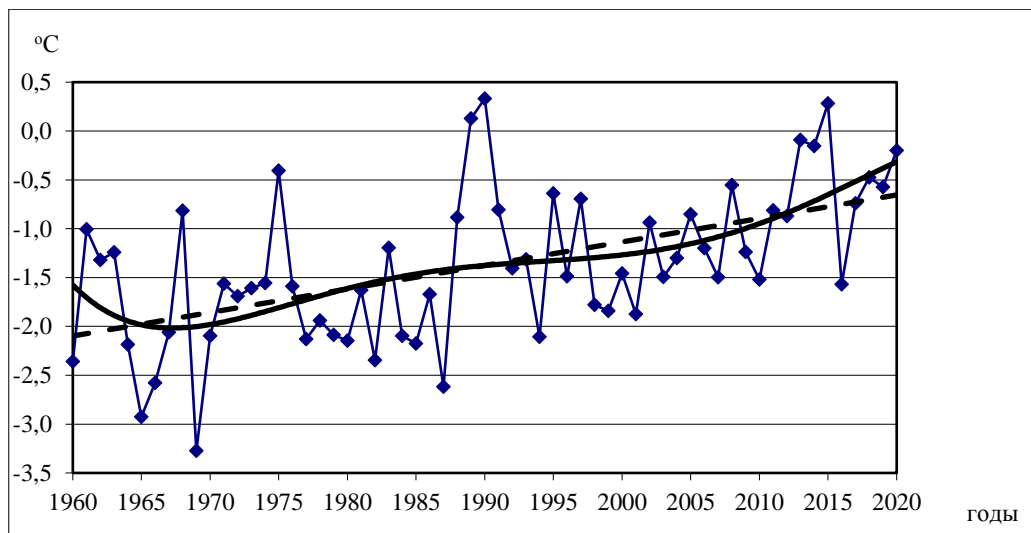


Рис. 4. Изменение средней годовой температуры воздуха по данным м/с «Погиби», 32027 за 1960–2020 гг.

Fig. 4. Graph of the course of Average annual temperatures according by data of WS "Pogibi", 32027 for 1960–2020

Изменения месячной и годовой величины осадков по данным МСТ «Погиби» за 1960–2020 гг. иллюстрирует табл. 4 и рис. 5.

Таблица 4
Table 4

Режим осадков по данным МСТ «Погиби» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Pogibi" for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 0 | 0 | 3 | 8 | 0 | 4 | 1 | 20 | 14 | 9 | 2 | 5 | 294 |
| Макс. | 100 | 78 | 112 | 74 | 125 | 184 | 172 | 176 | 192 | 209 | 92 | 105 | 880 |
| Сред. | 28 | 26 | 30 | 31 | 46 | 47 | 58 | 74 | 71 | 64 | 31 | 35 | 542 |
| Станд. откл. | 23 | 20 | 21 | 16 | 24 | 35 | 42 | 39 | 34 | 37 | 19 | 22 | 121 |

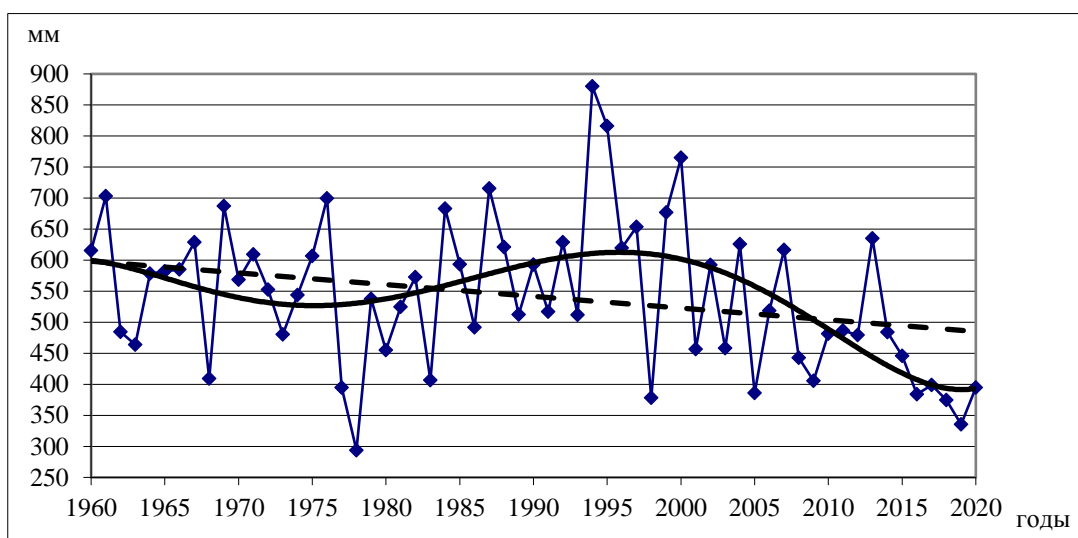


Рис. 5. Динамика среднегодовых осадков по данным МСТ «Погиби» за 1960–2020 гг.
Fig. 5. Dynamics of Average annual precipitation according by WS "Pogibi" for 1960–2020

На МСТ «Погиби» в этот же период наблюдался положительный тренд приземной средней месячной температуры (0,02 °С в год) и отрицательный – для годовых осадков (2,1 мм в год).

Изменения термических условий, по данным метеостанции «Ноглики» за 1960–2020 гг., проиллюстрированы в табл. 5 и на рис. 6.

Таблица 5
Table 5

Термический режим по данным МСТ «Ноглики», 32053 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by the WS "Nogliki", 32053 for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|-------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -24,2 | -22,1 | -15,0 | -5,3 | 1,6 | 5,7 | 9,4 | 11,6 | 8,3 | 0,4 | -11,7 | -20,8 | -3,3 |
| Макс. | -9,8 | -9,9 | -4,3 | 2,7 | 8,5 | 14,3 | 18,0 | 17,7 | 13,0 | 5,9 | -2,7 | -8,4 | 0,7 |
| Сред. | -17,8 | -16,0 | -9,7 | -1,6 | 3,8 | 9,4 | 13,2 | 14,5 | 10,9 | 3,4 | -7,0 | -15,1 | -0,9 |
| Станд. откл. | 3,0 | 2,4 | 2,4 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,1 | 1,3 | 2,3 | 2,7 | 0,9 |

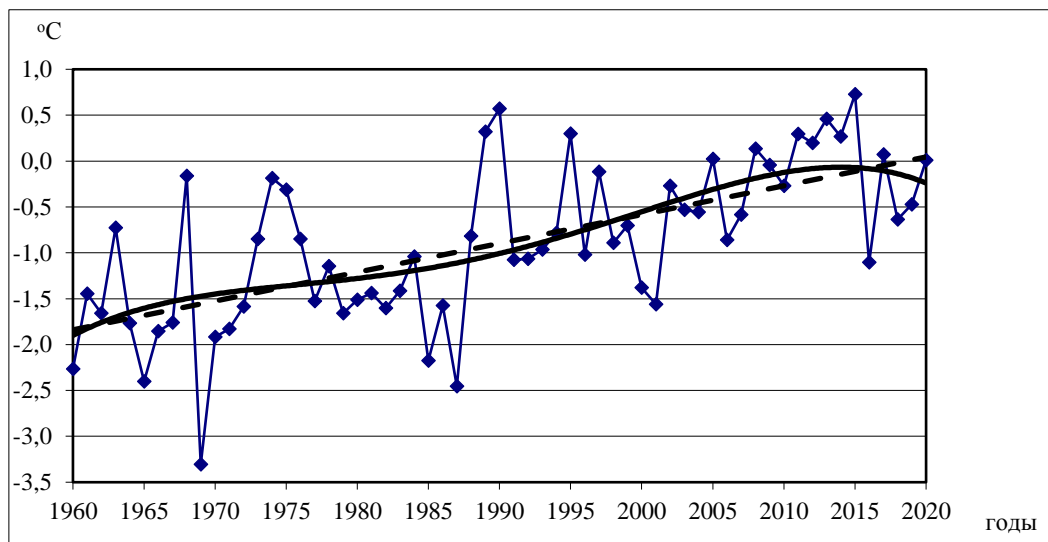


Рис. 6. Изменение средней годовой температуры воздуха по данным м/с «Ноглики», 32053 за 1960–2020 гг.

Fig. 6. Graph of the course of Average annual temperatures according by data of WS "Nogliki", 32053 for 1960–2020

Изменения месячной и годовой величины осадков, по данным МСТ «Ноглики» за 1960–2020 гг., показаны в табл. 6 и на рис. 7.

Таблица 6
Table 6

Режим осадков по данным МСТ «Ноглики» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Nogliki" for 1960–2020.

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 3 | 1 | 5 | 17 | 13 | 1 | 1 | 6 | 7 | 19 | 10 | 5 | 448 |
| Макс. | 108 | 78 | 118 | 177 | 121 | 147 | 197 | 295 | 241 | 237 | 136 | 143 | 1038 |
| Сред. | 37 | 32 | 42 | 48 | 64 | 53 | 62 | 99 | 92 | 89 | 53 | 49 | 722 |
| Станд. откл. | 24 | 21 | 26 | 27 | 29 | 33 | 41 | 52 | 45 | 47 | 26 | 29 | 119 |

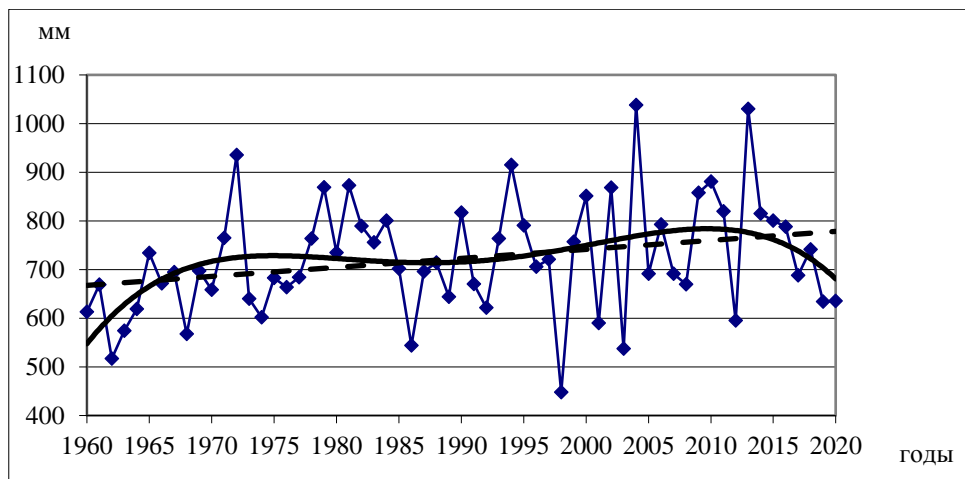


Рис. 7. Динамика среднегодовых осадков по данным МСТ «Ноглики» за 1960–2020 гг.
Fig. 7. Dynamics of Average annual precipitation according by WS "Nogliki" for 1960–2020

На МСТ «Ноглики» в период 1960–2020 гг. прослеживались положительные тренды приземной средней месячной температуры (0,03 °С в год) и годовых осадков (1,8 мм в год).

Изменение величины месячной и годовой температуры воздуха на МСТ «Александровск-Сахалинский» за 1960–2020 гг. отражено в табл. 7 и на рис. 8.

Таблица 7
Table 7

Термический режим по данным МСТ «Александровск-Сахалинский», 32061 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by data of the WS "Alexandrovsk-Sakhalinsky", 32061 for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Год |
| Мин. | -21,9 | -20,0 | -12,7 | -2,8 | 4,2 | 8,5 | 13,0 | 13,9 | 10,1 | 2,6 | -7,8 | -17,6 | -1,3 |
| Макс. | -9,2 | -9,2 | -2,4 | 3,1 | 8,9 | 13,8 | 17,6 | 19,5 | 14,1 | 7,6 | -0,8 | -6,8 | 2,4 |
| Сред. | -16,6 | -14,9 | -8,1 | 0,2 | 6,0 | 11,1 | 15,3 | 16,4 | 12,3 | 4,9 | -4,4 | -12,4 | 0,9 |
| Станд. откл. | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,8 | 2,6 | 0,8 |

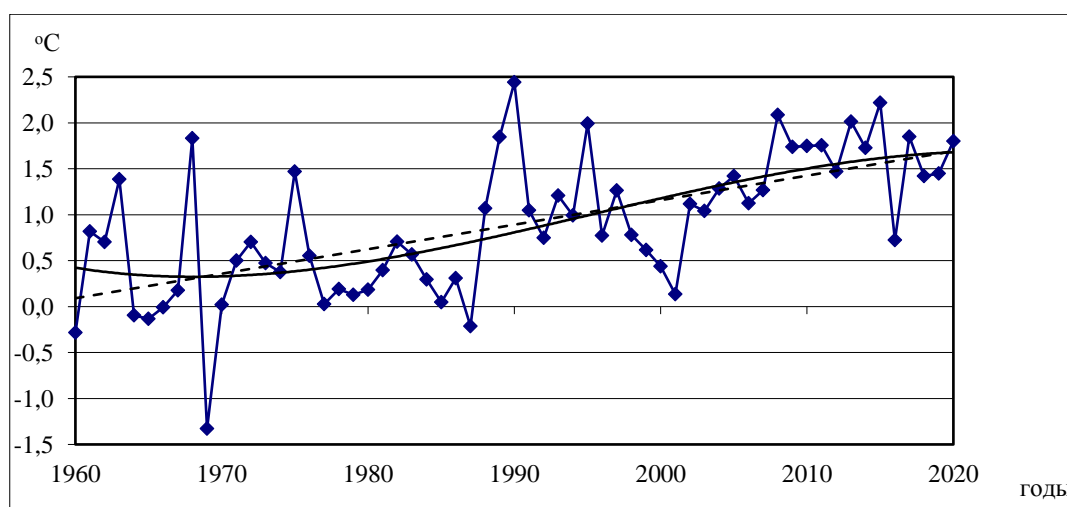


Рис. 8. График хода среднегодовых температур по данным МСТ «Александровск-Сахалинский» за 1960–2020 гг.
Fig. 8. Graph of the course of Average annual temperatures according by data of WS "Alexandrovsk-Sakhalinsky" for 1960–2020

Изменения величины осадков по данным МСТ «Александровск–Сахалинский» за 1966–2019 гг. продемонстрированы в табл. 8 и на рис. 9.

Таблица 8
Table 8

Режим осадков по данным МСТ «Александровск–Сахалинский» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Alexandrovsk–Sakhalinsky" for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 5 | 4 | 3 | 5 | 9 | 3 | 0 | 4 | 14 | 23 | 8 | 19 | 474 |
| Макс. | 99 | 74 | 86 | 84 | 133 | 147 | 147 | 211 | 196 | 228 | 146 | 124 | 874 |
| Сред. | 39 | 28 | 29 | 33 | 49 | 41 | 56 | 88 | 93 | 89 | 57 | 63 | 666 |
| Станд. откл. | 22 | 17 | 19 | 17 | 24 | 26 | 29 | 46 | 36 | 41 | 27 | 24 | 90 |

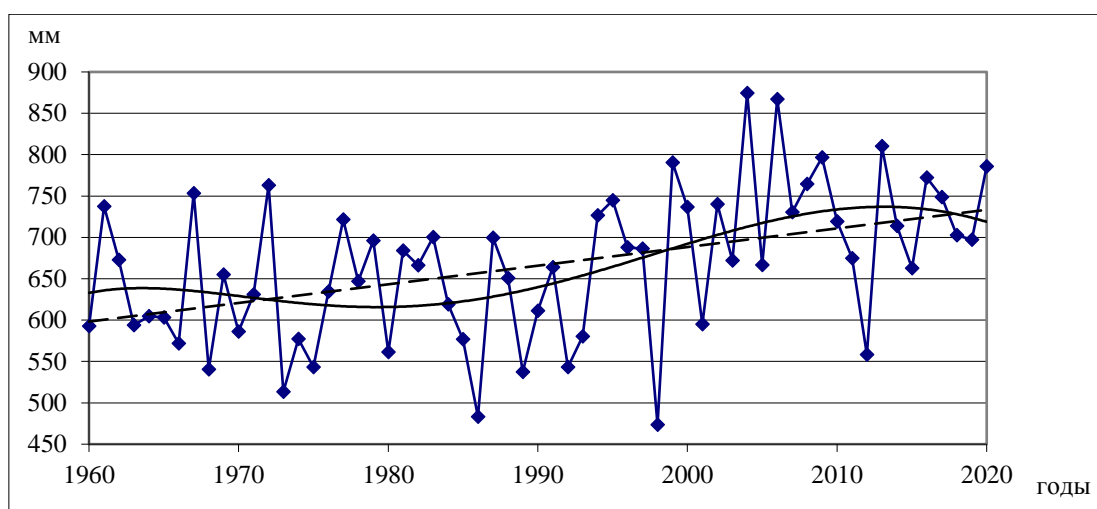


Рис. 9. Динамика среднегодовых осадков по данным МСТ «Александровск–Сахалинский» за 1960–2020 гг.

Fig. 9. Dynamics of Average annual precipitation according by data of the WS "Alexandrovsk–Sakhalinsky" for 1960–2020

По данным наблюдений на МСТ «Александровск–Сахалинский», за исследуемый период отмечены положительные тренды как приземной средней месячной температуры, так и количества годовых осадков со значениями ее увеличению на 0,03 °С в год и 2,2 мм в год соответственно.

Изменения термических условий по данным МСТ «Тымовское» в период 1960–2020 гг. приведены в табл. 9 и на рис. 10.

Таблица 9
Table 9

Термический режим по данным МСТ «Тымовское», 32071 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by data of the WS "Tymovskoe", 32071 for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -28,9 | -25,5 | -16,6 | -4,4 | 4,4 | 9,8 | 13,2 | 13,7 | 8,2 | -0,4 | -13,5 | -26,0 | -3,6 |
| Макс. | -13,2 | -11,3 | -4,4 | 2,3 | 10,2 | 16,4 | 18,8 | 19,0 | 12,6 | 5,2 | -2,5 | -10,1 | 0,9 |
| Сред. | -22,2 | -19,3 | -10,7 | -0,6 | 6,6 | 12,6 | 16,1 | 16,0 | 10,8 | 2,7 | -8,5 | -18,4 | -1,2 |
| Станд. откл. | 3,6 | 3,0 | 2,7 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,3 | 2,7 | 3,4 | 1,0 |

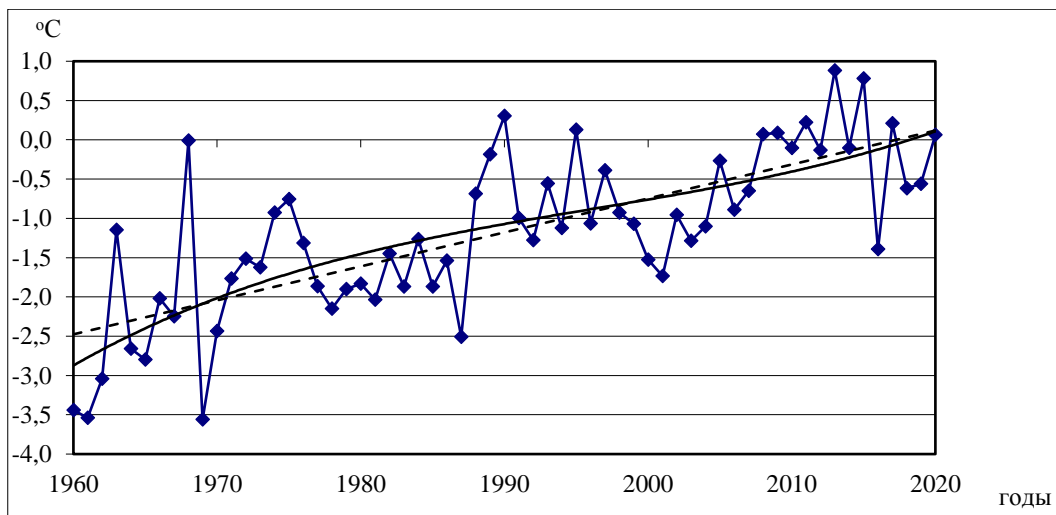


Рис. 10. График хода среднегодовых температур воздуха на МСТ «Тымовское» за 1960–2020 гг.
Fig. 10. Graph of the course of average annual air temperatures in WS "Тымовское" for 1960–2020

Изменения величины осадков по данным МСТ «Тымовское» за 1960–2020 гг. продемонстрированы в табл. 10 и на рис. 11.

Таблица 10
Table 10

Режим осадков по данным МСТ «Тымовское» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Тымовское" for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 5 | 3 | 5 | 6 | 8 | 3 | 0 | 4 | 27 | 25 | 15 | 23 | 480 |
| Макс. | 93 | 96 | 97 | 88 | 137 | 133 | 145 | 196 | 199 | 249 | 169 | 153 | 906 |
| Сред. | 40 | 31 | 34 | 37 | 50 | 44 | 57 | 86 | 100 | 92 | 75 | 59 | 705 |
| Станд. откл. | 24 | 20 | 20 | 17 | 24 | 29 | 32 | 43 | 37 | 40 | 29 | 22 | 100 |

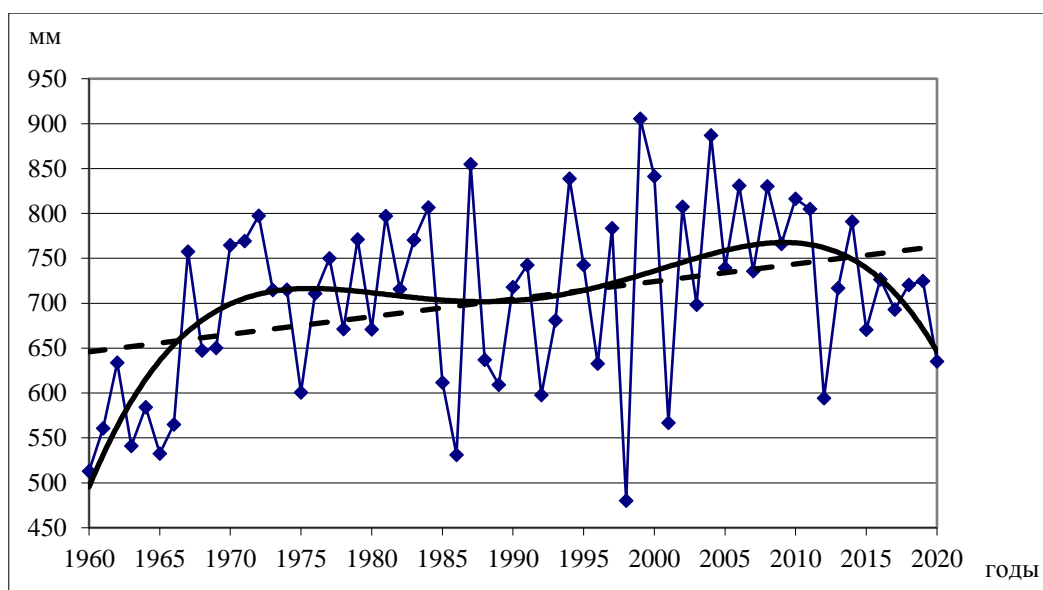


Рис. 11. Динамика среднегодовых осадков по данным МСТ «Тымовское» за 1960–2020 гг.
Fig. 11. Dynamics of Average annual precipitation according by data of WS "Тымовское" for 1960–2020

На МСТ «Тымовское» в период 1960–2020 гг. прослеживались положительные тренды приземной средней месячной температуры (0,04 °С в год) и годовых осадков (2 мм в год).

Изменения термических условий по данным МСТ «Пограничное» в период 1960–2020 гг. приведены в табл. 11 и на рис. 12.

Таблица 11
Table 11

Термический режим по данным МСТ «Пограничное», 32076 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by data of the WS "Pogranichnoe", 32076 for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|-------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -21,6 | -20,9 | -14,7 | -5,5 | 0,8 | 2,9 | 6,9 | 9,4 | 7,3 | 1,5 | -9,8 | -17,2 | -3,5 |
| Макс. | -8,8 | -8,6 | -4,5 | 0,7 | 5,8 | 12,0 | 14,8 | 15,4 | 12,4 | 6,0 | -1,3 | -6,2 | 0,5 |
| Сред. | -16,1 | -15,3 | -9,5 | -1,8 | 2,7 | 6,7 | 10,2 | 12,3 | 10,0 | 3,7 | -5,3 | -12,9 | -1,2 |
| Станд. откл. | 3,1 | 2,5 | 2,2 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,9 | 2,5 | 0,8 |

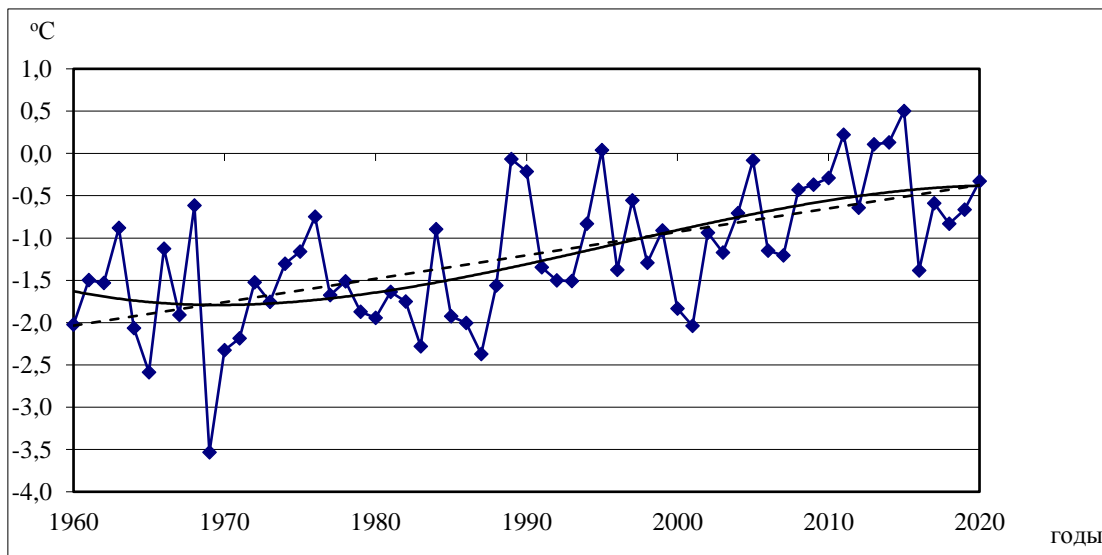


Рис. 12. График хода среднегодовых температур воздуха на МСТ «Пограничное» за 1960–2020 гг.
Fig. 12. Graph of the course of average annual air temperatures in WS "Pogranichnoe" for 1960–2020

Изменения суммы среднемесячных и годовых осадков по данным МСТ «Пограничное» за 1960–2020 гг. продемонстрированы в табл. 12 и на рис. 13.

Таблица 12
Table 12

Режим осадков по данным МСТ «Пограничное» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Pogranichnoe" for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 3 | 3 | 1 | 4 | 9 | 4 | 3 | 13 | 16 | 11 | 6 | 2 | 463 |
| Макс. | 115 | 107 | 189 | 246 | 179 | 136 | 147 | 334 | 319 | 296 | 260 | 216 | 1208 |
| Сред. | 39 | 32 | 49 | 61 | 68 | 54 | 63 | 89 | 101 | 96 | 68 | 51 | 772 |
| Станд. откл. | 28 | 24 | 35 | 44 | 37 | 33 | 40 | 58 | 61 | 57 | 49 | 42 | 173 |

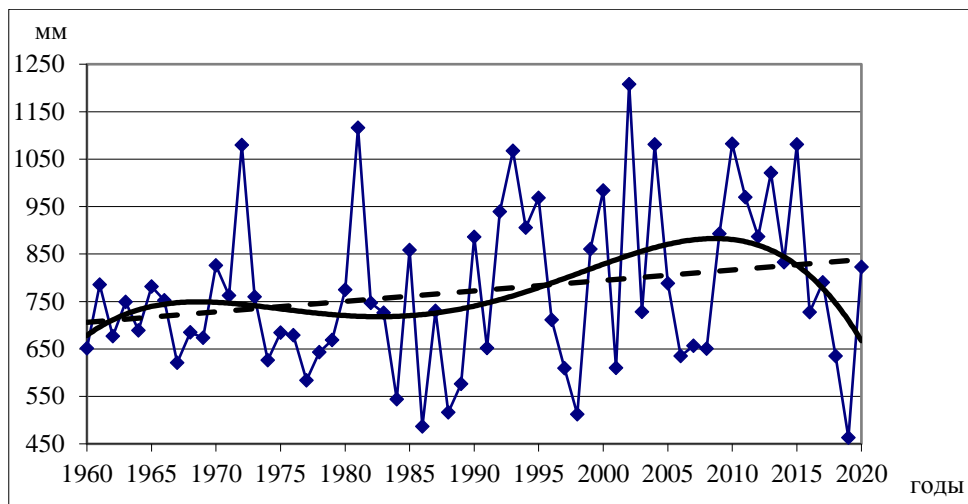


Рис. 13. Динамика годового количества осадков по данным МСТ «Пограничное» за 1960–2020 гг.
Fig. 13. Dynamics of Annual precipitation according by data of WS "Pogranichnoe" for 1960–2020

На МСТ «Пограничное» отмечены положительные тренды средней месячной температуры (0,03 °С в год) и годовых осадков (2,2 мм в год).

Изменения термических условий по данным МСТ «Южно-Сахалинск», 32150 в период 1960–2020 гг. приведены в табл. 13 и на рис. 14.

Таблица 13
Table 13

Термический режим по данным МСТ «Южно-Сахалинск», 32150 за 1960–2020 гг.
Thermal regime according by data of the WS "Yuzhno-Sakhalinsk", 32150 for 1960–2020

| Показатели | Температура воздуха, °С | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|-------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | -17,2 | -16,8 | -9,9 | -0,6 | 4,8 | 7,7 | 13,0 | 13,8 | 10,8 | 3,7 | -4,9 | -13,5 | 0,9 |
| Макс. | -6,3 | -6,1 | 1,9 | 3,8 | 10,5 | 15,5 | 19,0 | 20,1 | 15,9 | 9,1 | 1,5 | 1,3 | 4,4 |
| Сред. | -12,5 | -11,9 | -5,6 | 1,7 | 7,2 | 11,5 | 15,6 | 17,0 | 13,1 | 6,3 | -1,6 | -8,5 | 2,8 |
| Станд. откл. | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 1,1 | 1,6 | 2,3 | 0,7 |

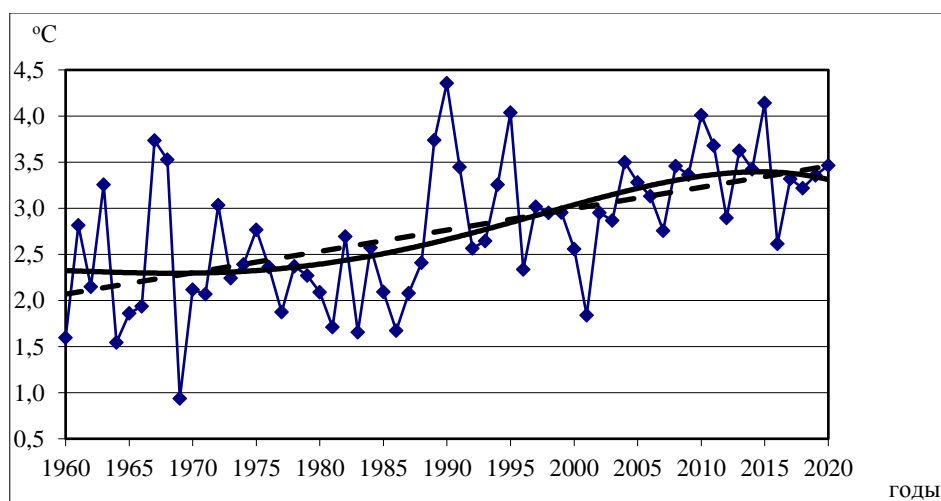


Рис. 14. График хода среднегодовых температур воздуха на МСТ «Южно-Сахалинск» за 1960–2020 гг.
Fig. 14. Graph of the course of average annual air temperatures in WS "Yuzhno-Sakhalinsk" for 1960–2020

Изменения суммы среднемесячных и годовых осадков по данным МСТ «Южно-Сахалинск» за 1960–2020 гг. продемонстрированы в табл. 14 и на рис. 15.

Таблица 14
Table 14

Режим осадков по данным МСТ «Южно-Сахалинск» за 1960–2020 гг.
Precipitation regime according by data of the WS "Yuzhno-Sakhalinsk" for 1960–2020

| Показатели | Осадки, мм | | | | | | | | | | | | Год |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Мин. | 6 | 1 | 7 | 10 | 15 | 0 | 16 | 10 | 31 | 22 | 27 | 13 | 573 |
| Макс. | 110 | 134 | 118 | 136 | 134 | 176 | 229 | 319 | 223 | 217 | 142 | 149 | 1229 |
| Сред. | 50 | 40 | 47 | 57 | 70 | 60 | 89 | 105 | 104 | 99 | 76 | 65 | 861 |
| Станд. откл. | 29 | 28 | 24 | 29 | 29 | 35 | 50 | 64 | 47 | 46 | 29 | 33 | 148 |

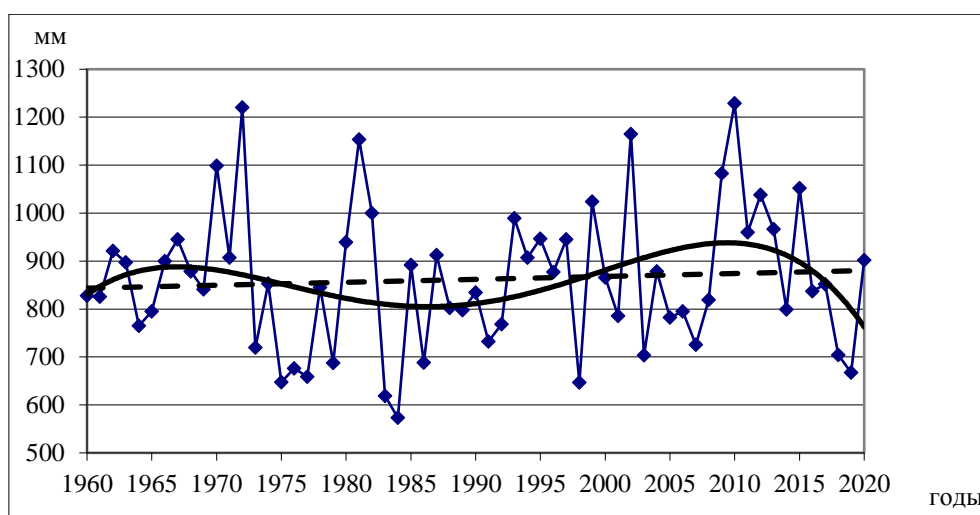


Рис. 15. Динамика годового количества осадков по данным МСТ «Южно-Сахалинск» за 1960–2020 гг.

Fig. 15. Dynamics of Annual precipitation according by data of WS "Yuzhno-Sakhalinsk" for 1960–2020

На МСТ «Южно-Сахалинск» отмечены положительные тренды средней месячной температуры ($0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год) и годовых осадков ($0,4\text{ мм}$ в год).

Составление и оформление климатической карты острова Сахалин

Проектируемая карта должна отражать пространственное распределение основных метеорологических параметров (температур и осадков), быть наглядной и хорошо читаемой, а также способствовать получению всей необходимой информации о климате острова Сахалин [Гусева, 1970; Географическое картографирование ..., 2016]. Изначально планировалось составить одну карту, на которую нужно было поместить среднегодовое количество осадков и изотермы января и августа. В процессе работы стало понятно, что для читаемости лучше визуализировать информацию на 2 картах.

Для представления особенностей климата в зимний и летний периоды составлены две климатические карты Сахалина – для января и августа. Именно эти месяцы являются самыми холодными и теплыми на данной территории. Годовое количество осадков на карте «Январь» и на карте «Август» показано способом количественного фона, с единой, равноступенчатой шкалой. Преобладающее направление ветров на каждой карте показано



способом знаков движения: преобладающие направления ветров в январе – голубым цветом, преобладающие направления ветров в августе – розовым цветом.

Карты будут издаваться в составе обновленного «Атласа Сахалинской области», который не переиздавался с 1967 г. [Атлас Сахалинской области, 1967; Мелкий, Верхотуров, 2014]. В связи с особенностями атласного картографирования, для карт планируется вертикальная ориентировка листа [Нырцова, 1999; Гаврилов, Комиссарова, 2003; Лисицкий, 2016]. Размер страницы – 297 x 420 мм. Размер карт по внутренней рамке – 105 x 330 мм.

Масштаб карт определяется с учетом размера территории и размеров внутренней рамки карт, исходя из которых он составляет 1: 3 000 000.

Компоновка карт обусловлена расположением и вытянутостью территории острова Сахалина, в связи с чем целесообразно располагать легенду внизу, а название – сверху.

Выбор картографических проекций зависит, по мнению Ю.С. Билич и А.С. Васмута [1984], от трех групп факторов:

1) факторы, характеризующие объект картографирования: географическое положение территории, ее размеры, форма (конфигурация), значимость и степень показа смежных с картографируемой областью территорий;

2) факторы, характеризующие создаваемую карту, способы и условия ее использования: назначение и специализация, масштаб и содержание карты, задачи, которые будут решаться по ней и требования по точности их решения, способы использования карты, анализ картографической информации, условия работы с картой и т. п.;

3) факторы, характеризующие получаемую картографическую проекцию: характер искажений, обеспечение минимума искажений, их распределение и др.

В соответствии с нормативными документами [ГКИНП-05-052-85, 1980; Об утверждении порядка..., 2020], мы приняли решение использовать равнопромежуточную коническую проекцию. Частота картографической сетки – параллели через 2 градуса, меридианы через 2 градуса.

Для климатических карт острова Сахалин в качестве топоосновы использовались векторизованные топографические карты [Листы..., 2021; Схема. Спутниковая карта, 2021; Топографическая карта, 2021].

Общегеографическая основа создаваемых карт представлена следующими элементами содержания: населенные пункты, рельеф, реки и площадные гидрографические объекты.

Населенные пункты на данных картах представлены областным центром – город Южно-Сахалинск, городами Александровск-Сахалинский, Оха, Поронайск, Макаров, Углегорск, Томари, Долинск, Холмск, Анива, Корсаков, Невельск, а также сельскими населенными пунктами, в которых расположены метеостанции – Москальво, Погиби, Ильинское и Ноглики.

Объекты гидрографии на данных картах представлены реками, озерами, морями, заливами и проливами. Реки на картах представлены с отбором: показаны только главные реки Поронай и Тымь, их наиболее крупные притоки, а также наиболее значимые реки, впадающие в моря.

Береговая линия морей, заливов и проливов показана синей линией с толщиной обводки 0,2 мм. На картах показаны следующие из данных объектов: Охотское море, Амурский лиман, Татарский пролив, пролив Лаперуза, Сахалинский залив, залив Терпения.

Рельеф на картах представлен отметками высот.

Элементами тематического содержания создаваемых карт являются температура, осадки и преобладающее направление ветра. Температура на карте показана с помощью изолиний, где температура января показана синим цветом, а температура августа – красным цветом (рис. 16).

ОСТРОВ САХАЛИН. КЛИМАТ

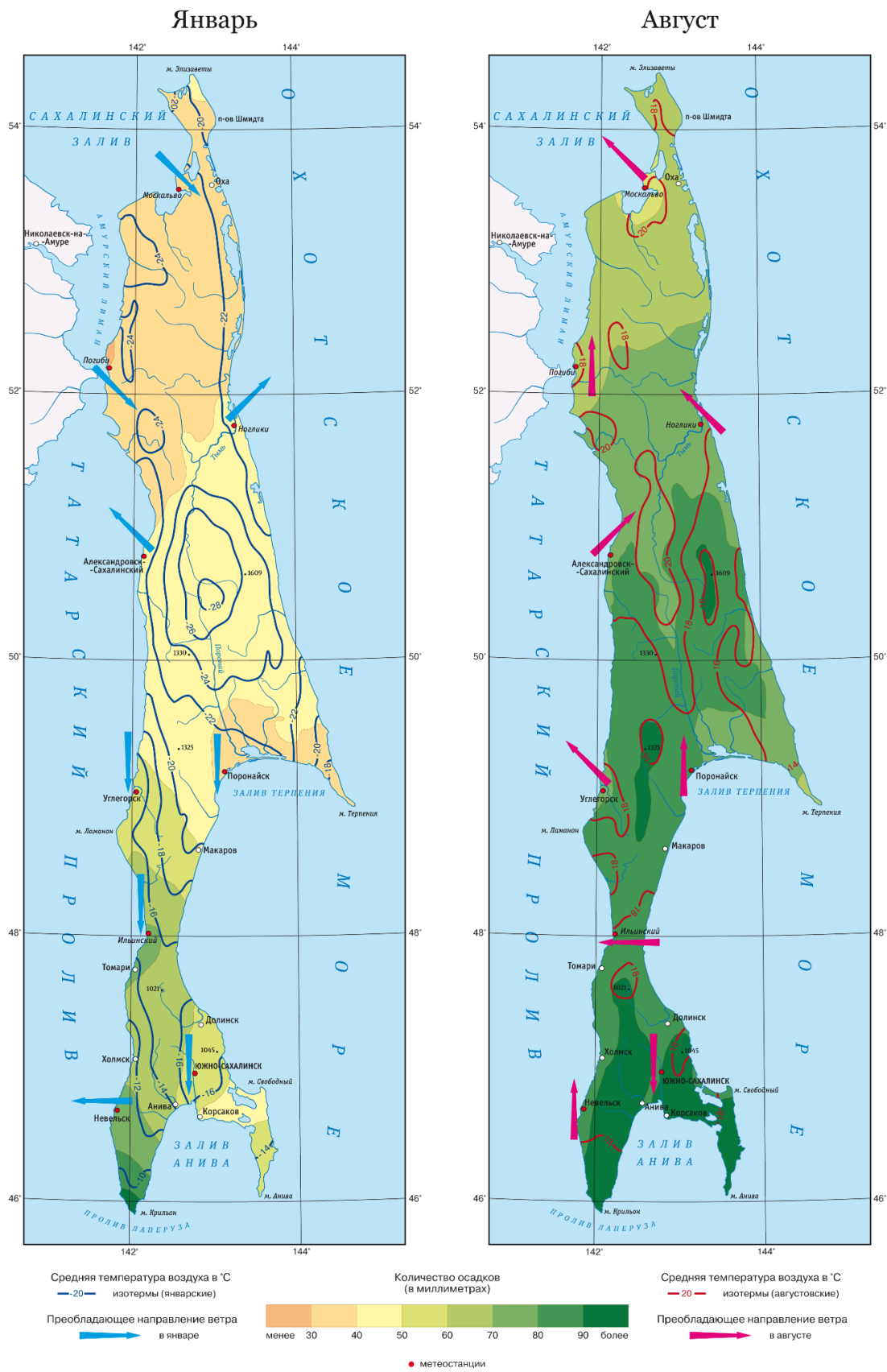


Рис. 16. Климатические карты Сахалина
Fig. 16. Climate maps of Sakhalin Island



Обработка первичных материалов при создании климатических карт проводилась в программе ArcGIS с выполнением следующих действий:

1. Создание подложки в виде растрового изображения количества осадков.
2. Создание полей изотерм, которое проведено в несколько этапов: в рабочий набор загружались 30 растров со среднегодовой температурой января и августа соответственно; с помощью функции Spatial Analyst Tools – Map Algebra — Raster Calculator путем сложения растров и деления их на 30 получена среднегодовая температура для месяца; с помощью функции Spatial Analyst Tools — Neighborhood — Focal Statistics проведена генерализация; с помощью функции Spatial Analyst Tools — Surface — Contour растровые данные преобразованы в векторный формат; полученные результаты были сохранены в формате *.shp.

После выполнения описанных действий был получен промежуточный результат – карты с количественным фоном и изолиниями температур, которые в дальнейшем обрабатывались в программе Adobe Illustrator.

Запроектированы элементы внешнего оформления картографического изображения. Помимо рамки, главным элементом общего оформления является легенда, которая должна отличаться удобством чтения, иметь однородный, достаточно светлый фон. Легенда согласно компоновке карт, располагается снизу, под картами (см. рис. 16).

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. По данным наблюдений, на метеостанциях острова Сахалин за 1960–2020 гг. выявлены положительные тренды приземной средней месячной температуры во всех исследуемых пунктах. Приращение тренда находится в интервале 0,02 до 0,04 °С в год, что можно считать в пределах статистической погрешности. Однако, начиная с конца XX века, отмечается устойчивый рост температуры воздуха и сокращение амплитуды ее колебания по сравнению с предыдущим периодом.

2. Количество выпадающих осадков изменилось не столько однозначно, в отличие от температуры воздуха. Так, суммарное количество годовых осадков имеет тенденцию к увеличению с положительным трендом (0,4–3,1 мм в год). Выпадают из указанной тенденции метеостанции, расположенные в северо-западной части острова («Москальво» и «Погиби»), где наблюдается сокращение количества выпадающих осадков.

3. Для отражения основных особенностей климата в зимний и летний периоды составлены две климатические карты острова Сахалин для января и августа. В проекте определена целесообразность использования равнопромежуточной конической проекции. Исходя из конфигурации картографируемой территории, следует использовать вертикальную компоновку изображений, легенду размещать внизу, а название – вверху. Карты будут публиковаться в составе обновленного «Атласа Сахалинской области», который не переиздавался с 1967 г.

Список источников

1. Атлас Сахалинской области. 1967. Под ред. П.А. Леонова. М., ГУГК, 144 с.
2. Билич Ю.С., Васмут А.С. 1984. Проектирование и составление карт. М., Недра, 364 с.
3. Братков В.В., Воронин А.П. 2015. Метеорология и климатология. М., Изд. МИИГАиК, 209 с.
4. Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Мелкий В.А., Вазарханов И.С. 2021. Геоэкология. М., Кнорус, 282 с.
5. Географическое картографирование: карты природы. 2016. Под ред. Е.А. Божжиной. М., КДУ, 314 с.

6. ГКИНП-05-052-85. Руководство по картографическим и картоиздательским работам. 1985. Ч. 3. Составление и подготовка к изданию топографической карты масштаба 1:1000000 РКР-3. М., ВТУ ГШ МО СССР, 149 с.
7. Гусева И.Н. 1970. Методические указания по проектированию и составлению комплексных научно-справочных атласов. Вып. 5: Климатические карты. М., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова., 73 с.
8. Климат городов мира: ежемесячные данные. Гидрометцентр России. Электронный ресурс. URL: <https://meteoinfo.ru/climatcities?p=2283> (дата обращения: 7 августа 2021).
9. Листы L-54, M-54, N-54. Карты Генштаба – архив топографических карт. Спутниковые карты. URL: <https://satmaps.info/genshtab.php> (дата обращения: 7 августа 2021).
10. Метеостанции. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». URL: <http://sakhugms.ru/index.php/meteostantsii> (дата обращения: 7 августа 2021).
11. Об утверждении порядка установления местных систем координат: Приказ Росреестра от 20.10.2020 № П/0387. СПС Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_367941/936dc4eea32f6f9fa7085dc4b41fe952580600c5/#dst100011 (дата обращения: 7 августа 2021).
12. Сахалинская область. Архивы погоды. Справочно-информационный портал «Погода и климат». Электронный ресурс. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/archive.php?id=ru®ion=65> (дата обращения: 7 августа 2021).
13. Схема. Спутниковая карта. Сахалина. Яндекс карты. URL: <https://yandex.ru/maps/?ll=141.018287%2C50.861556&z=6> (дата обращения: 7 августа 2021).
14. Топографическая карта. Сахалин. URL: <https://ru-ru.topographic-map.com/maps/eu7o/Сахалин/> (дата обращения: 7 августа 2021).
15. Хромов С.П., Петросьянц М.А. 2006. Метеорология и климатология. М., МГУ, 582 с.

Список литературы

1. Алисов Б.П. 1936. Географические типы климатов. Метеорология и гидрология, 6: 16–25.
2. Андерсон Т. 1976. Статистический анализ временных рядов. М., Мир, 756 с.
3. Батуев А.Р., Бешенцев А.Н., Богданов В.Н., Доржготов Д., Корытный Л.М., Плюснин В.М. 2015. Экологический атлас бассейна озера Байкал: картографическая инновация. География и природные ресурсы, 1: 5–16. DOI: 10.1134/S1875372815010011.
4. Барталёв С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А. 2015. Состояние и перспективы развития методов спутникового картографирования растительного покрова России. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 12 (5): 203–221.
5. Берг Л.С. 1947. Климат и жизнь. 2-е изд. М., Географгиз, 356 с.
6. Братков В.В., Вишневецкий Р.И., Атаев З.В. 2019. Картографирование селитебной нагрузки на ландшафты Северного Кавказа. Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки, 13 (4): 63–71. DOI: 10.31161/1995-0675-2019-13-4-63-71.
7. Гаврилов Ю.В., Комиссарова Е.В. 2003. Учебные географические мультимедийные атласы: структура, содержание и дизайн. Вестник Сибирской государственной геодезической академии, 8: 107–112.
8. Груздев А.Н. 2014. Оценка влияния 11-летнего цикла солнечной активности на содержание озона в стратосфере. Геомагнетизм и аэрномия, 54 (5): 678–684. DOI: 10.7868/S0016794014040178.
9. Лисицкий Д.В. 2016. Картография в эпоху информатизации: новые задачи и возможности. География и природные ресурсы, 4: 22–28. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-4(22-28).
10. Мелкий В.А., Верхотуров А.А. 2014. Обзор изданий картографических материалов в Сахалинской области. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 5: 48–53.



11. Мелкий В.А., Верхотуров А.А., Братков В.В. 2020. Влияние климата на состояние северной части елово-пихтовой подзоны темнохвойных бореальных лесов острова Сахалин. Региональные геосистемы, 44 (4): 415–431. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-415-431.
12. Муха В.С. 2020. Статистическая обработка метеорологических данных для выводов о наличии временных трендов. Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, 18 (1): 96–103. DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-1-96-103.
13. Нырцова Т.П. 1999. Композиционно-пространственные средства дизайна, их применение в оформлении карт и атласов. Геодезия и картография, 11: 33–37.
14. Пьянков С.В., Шихов А.Н., Абдуллин Р.К. 2017. Современные методы и технологии в тематическом атласном картографировании (на примере АИС «Опасные гидрометеорологические явления Уральского Прикамья»). Вопросы географии, 144: 208–226.
15. Сулова Е.Г., Алексеенко Н.А., Шаповалов А.С. 2018. Методика создания геоботанической карты степного участка по полевым обследованиям с применением геоинформационных технологий (на примере «Ямской степи» заповедника «Белогорье»). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 42 (1): 12–24. DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-12-24.
16. Терехин Э.А. 2019. Оценка и автоматизированное картографирование современной лесистости овражно-балочных систем Белгородской области на основе спутниковых данных. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 43 (2): 173–181. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-173-181.
17. Чалая К.А., Погорелов А.В., Перов Е.А. 2019. Опасные гидрологические явления на территории Краснодарского края (краткий обзор) ИнтерКарто. ИнтерГИС, 25 (2): 232–246. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-232-246.
18. Чилингер Л.Н., Козина М.В., Аврунев Е.И. 2020. Технологическая схема установления границ водоохраных зон в местной системе координат для внесения в единый государственный реестр недвижимости. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 64 (5): 576–583. DOI: 10.30533/0536-101X-2020-64-5-576-583.
19. Fick S.E., Hijmans R.J. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37: 4302–4315. DOI: 10.1002/joc.5086.
20. Köppen W., Wegener A. 1924. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 225 p.
21. Ivanov I.V., Lisetskii F.N. 1995. Manycentury periodicity of solar-activity and soil formation. Biofizika, 40 (4): 905–910.
22. McKittrick R., McIntyre S., Herman C. 2010. Panel and multivariate methods for tests of trend equivalence in climate data sets. Atmospheric Science Letters, 11 (4): 270–277. DOI: <https://doi.org/10.1002/asl.290>.

References

1. Alisov B.P. 1936. Geograficheskie tipy klimatov [Geographical types of climates]. Meteorologiya i gidrologiya, 6: 16–25.
2. Anderson T. 1976. Statisticheskii analiz vremennykh ryadov [Statistical analysis of time series]. Moscow, Publ. Mir, 756 p.
3. Batuev A.R., Beshentsev A.N., Bogdanov V.N., Dorjgotov D., Korytny L.M., Plyusnin V.M. 2015. Ecological Atlas of the Baikal Basin: Cartographic Innovation. Geography and Natural Resources, 36 (1): 5–16 (in Russian). DOI: 10.1134/S1875372815010011.
4. Bartalev S.A., Egorov V.A., Zharko V.O., Lupyan E.A., Plotnikov D.E., Khvostikov S.A. 2015. Current State and Development Prospects of Satellite Mapping Methods of Russia's Vegetation Cover. Current problems in remote sensing of the Earth from space, 12 (5): 203–221 (in Russian).
5. Berg L.S. 1947. Klimat i zhizn' [Climate and life]. 2nd ed. Moscow, Publ. Geografiz, 356 p.
6. Bratkov V.V., Vishnevetskiy R.I., Ataev Z.V. 2019. Mapping for Residential Load on the Landscapes of the North Caucasus. Dagestan State Pedagogical University Journal Natural and Exact Sciences, 13 (4): 63–71 (in Russian). DOI: 10.31161/1995-0675-2019-13-4-63-71.

7. Gavrilov Yu.V., Komissarova E.V. 2003. Uchebnye geograficheskie mul'timediynye atlasy: struktura, sodержanie i dizayn [Educational geographical multimedia atlases: structure, content and design]. Vestnik Siberian State Geodetic Academy (SGGiA), 8: 107–112.
8. Gruzdev A.N. 2014. Estimate of the Effect of the 11-Year Solar Activity Cycle on the Ozone Content in the Stratosphere. Geomagnetism and Aeronomy, 54 (5): 633–639 (in Russian). DOI: 10.1134/S0016793214040161.
9. Lisitskii D.V. 2016. Cartography in the Era of Informatization: New Problems and Possibilities. Geography and Natural Resources, 37 (4): 296–301 (in Russian). DOI: 10.1134/S187537281604003X.
10. Melkiy V.A., Verkhoturov A.A. 2014. Obzor izdaniy kartograficheskikh materialov v Sakhalinskoy oblasti [Review of publications of cartographic materials in the Sakhalin region]. Izvestia vuzov. Geodesy and aerophotosurveying, 5: 48–53.
11. Melkiy V.A., Verkhoturov A.A., Bratkov V.V. 2020. Climate Influence on the State of the Northern Part of the Spruce-Fir Subzone of the Dark Coniferous Boreal Forests of Sakhalin Island. Regional geosystems, 44 (4): 415–431 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-415-431.
12. Mukha V.S. 2020. Statistical Processing of the Meteorological Data for Conclusion on the Presence of the Time Trends. Doklady Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta informatiki i radioelektroniki, 18 (1): 96–103 (in Russian). DOI: 10.35596/1729-7648-2020-18-1-96-103.
13. Nyrtsova T.P. 1999. Kompozitsionno-prostranstvennye sredstva dizayna, ikh primeneniye v oformlenii kart i atlasov [Compositional and Spatial design tools, their application in the Design of maps and atlases]. Geodesy and Cartography, 11: 33–37 (in Russian).
14. Pyankov S.V., Shikhov A.N., Abdullin R.K. 2017. Modern Methods and Technologies in Thematic Atlas Mapping (on Example of the Ais "Hazardous Hydrometeorological Events of the Ural Prikamye Region"). Issues of Geography, 144: 208–226 (in Russian).
15. Suslova E.G., Alekseenko N.A., Shapovalov A.S. 2018. Methods of the Steppe Areas Vegetation Cover Maps Creation by the Field Surveys Using GIS Technology («Yamskaya Steppe» of Reserve «Belogorie» Case Study). Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 42 (1): 12–24 (in Russian). DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-12-24.
16. Terekhin E.A. 2019. Evaluation and Automated Mapping the Modern Forest Coverage of Small Flat-Bottom Valleys in the Belgorod Region Using Satellite Data. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 43 (2): 173–181 (in Russian). DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-173-181.
17. Chalaya K.A., Pogorelov A.V., Perov E.A. 2019. The Hazardous Hydrological Phenomena in the Territory of Krasnodar Region (the Short Review). InterCarto. InterGIS, 25 (2): 232–246 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2019-2-25-232-246.
18. Chilinger L.N., Kozina M.V., Avrunev E.I. 2020. Technological Diagram for Establishing the Boundaries of Water-Protected Zones in the Local Coordinate System for Entering in the Unified State Register of Real Estate. Proceeding of the Higher Educational Institutions. Izvestia vuzov. Geodesy and aerophotosurveying, 64(5): 576–583 (in Russian). DOI: 10.30533/0536-101X-2020-64-5-576-583.
19. Fick S. E., Hijmans R. J. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37: 4302–4315. DOI: 10.1002/joc.5086.
20. Fick S.E., Hijmans R.J. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 37: 4302–4315. DOI: 10.1002/joc.5086.
21. Köppen W., Wegener A. 1924. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 225 p.
22. Ivanov I.V., Lisetskii F.N. 1995. Manycentury periodicity of solar-activity and soil formation. Biofizika, 40 (4): 905–910.
23. McKittrick R., McIntyre S. Herman C. 2010. Panel and multivariate methods for tests of trend equivalence in climate data sets. Atmospheric Science Letters, 11 (4): 270–277. DOI: <https://doi.org/10.1002/asl.290>.



Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Братков Виталий Викторович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии Московского государственного университета геодезии и картографии, г. Москва, Россия

Мелкий Вячеслав Анатольевич, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории вулканологии и вулканоопасности Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, профессор кафедры геологии и нефтегазового дела Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия

Верхотуров Алексей Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Центра коллективного пользования Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, доцент кафедры геологии и нефтегазового дела Сахалинского государственного университета, г. Южно-Сахалинск, Россия

Лукьяненко Николай Дмитриевич, студент Московского государственного университета геодезии и картографии, г. Москва, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Vitaly V. Bratkov, Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of Geography of the Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Vyacheslav A. Melkiy, Doctor of Technical, Leading Researcher of the laboratory of Volcanology and volcanic hazard of the Institute of Marine Geology and Geophysics of the FEB RAS; Professor of Department Geology and Oil&Gas affairs of the Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Alexey A. Verkhoturov, Ph.D. Technical Sciences, Senior Researcher of Center for collective use of the Institute of marine Geology and Geophysics of the FEB RAS, Associate Professor of Department Geology and Oil&Gas affairs of the Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Nikolay D. Lukyanenko, student of the Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia