

## — ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ —

УДК 911.3:551.583.1.1

*М.А. Никифоров<sup>1</sup>, А.Н. Петрова<sup>2</sup>*<sup>1,2</sup> СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия**КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ  
ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОПУЛЯРНЫХ  
ТУРИСТСКИХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

*Аннотация.* В статье рассматривается понятие и методика расчета эффективной температуры. По рассчитанным данным этого параметра построена картографическая модель с помощью свободной кросс-платформенной геоинформационной системы (ГИС) QGIS (Quantum geographic information system). Как результат обработки метеорологических данных (разработка базы данных) и создания на их основе картографической модели предлагается зонирование по температурным зонам. Так как проведение метеорологических наблюдений в труднодоступных местах республики, где по большей части расположены уникальные природные достопримечательности, является дорогостоящим мероприятием, предлагается использовать картографическую модель для получения данных эффективной температуры для популярных туристских объектов РС (Я).

*Ключевые слова:* эффективная температура, резко-континентальный климат, Якутия, туристские объекты, картографическое представление, зонирование.

*М.А. Nikiforov<sup>1</sup>, A.N. Petrova<sup>2</sup>*<sup>1,2</sup> M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia**Cartographic representation of effective temperature for popular tourist sites  
in the Sakha Republic (Yakutia)**

*Abstract.* The article deals with the concept of effective temperature. The estimated values of this parameter were used to create a cartographic model on the basis of the free cross-platform geographic information system QGIS (Quantum geographic information system), since conducting meteorological observations in hard-to-reach places of the republic, where for the most part unique natural attractions are located, is an expensive event. As a result of processing of the meteorological data (development of a database) and the creation of the cartographic model on their basis, the zoning by temperature zoning is suggested. Since the conduction of meteorological observations in hard-to-reach areas of the republic, where most of unique natural sites are located, is expensive, it is proposed to use the cartographic model to obtain effective temperature data for popular tourist sites in the SR (Y).

*Keywords:* effective temperature, sharply continental climate, Yakutia, tourist sites, cartographic representation, zoning.

<sup>1</sup> НИКИФОРОВ Михаил Афанасьевич – студент СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: mityamba.is@gmail.com

NIKIFOROV Mikhail Afanas'evich – student, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

E-mail: mityamba.is@gmail.com

<sup>2</sup> ПЕТРОВА Александра Николаевна – ст. преподаватель ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.

E-mail: al9@mail.ru

PETROVA Aleksandra Nikolaevna – Senior Lecturer, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University.

E-mail: al9@mail.ru

## Введение

При планировании туристической поездки немаловажным является знание о среднем многолетнем температурном режиме, ожидающем туриста в пункте отдыха. Фактические показатели температуры воздуха в некоторых случаях могут ввести в заблуждение: например, одинаковые показатели температуры воздуха при штиле и умеренном ветре воспринимаются человеком по-разному. Для характеристики воздействия на организм человека сочетаний метеорологических параметров разработаны различные формулы, из которых наиболее часто встречается понятие эффективной (ощущаемой) температуры. Для ее расчета нужны показатели температуры и влажности воздуха и скорости ветра, наблюдаемые на метеорологических станциях. К сожалению, наиболее популярные туристские объекты Республики Саха (Якутия) расположены в местах, где метеонаблюдения отсутствуют. Решением проблемы может стать картографическая модель, построенная на показателях эффективной температуры, рассчитанной по данным ближайших метеостанций и осредненной по площади с учетом особенностей подстилающей поверхности.

Якутия – самый большой субъект Российской Федерации, что является предметом гордости жителей, а также одной из проблем в организации деятельности в различных сферах из-за сильной отдаленности объектов друг от друга и недостаточной транспортной доступности. Подобная проблема актуальна и для метеорологических исследований на территории республики, так как оптимальное расстояние между метеостанциями 50-100 км [1], тогда как в действительности метеостанции расположены на гораздо большем расстоянии друг от друга. На территориях, где не проводятся метеонаблюдения, определение значений возможно при помощи инструментов ГИС.

## Понятие эффективной температуры

Эффективная температура – это один из биометеорологических индексов, характеризующий эффект воздействия на человека комплекса метеофакторов, таких как температура, влажность воздуха и скорость ветра через единственный показатель – так называемую эффективную температуру воздуха, другими словами – то значение температуры, которое должен иметь сухой воздух при штиле, чтобы оказывать на человеческий организм такое же воздействие, как и воздух, обладающий данной влажностью при данной скорости ветрах [2].

В мире разработано несколько методов вычисления эффективной температуры, корректирующих фактическую температуру воздуха с учетом показателей: 1) скорости ветра (wind chill, преимущественно используется на территории северной части Северной Америки и применяется для температур ниже 10°C и скорости ветра не менее 1,6 м/с) [2]; 2) относительной влажности воздуха (heat index) [2]; 3) скорости ветра и парциального давления водяного пара (может вычисляться через относительную влажность воздуха), разработанная австралийским ученым Робертом Стедманом [3]. Наиболее предпочтительным вариантом представляется формула с учетом и скорости ветра, и относительной влажности воздуха, так как есть возможность использовать для любого сезона (зимой, весной, летом, осенью):

$$AT = -2,7 + 1,04 * T_a + 2,0 * e - 0,65 * v, \quad (1)$$

где AT – эффективная температура по австралийской системе,

$T_a$  – фактическая температура воздуха (°C),

$e$  – парциальное давление водяного пара (гПа), которое определяется по формуле через известную нам относительную влажность:

$$e = RH/100 * 6,105 * \exp(17,27 * T_a / (237,7 + T_a)),$$

где RH – относительная влажность воздуха (%),

$v$  – скорость ветра (м/с).

## Создание картографической модели для расчета эффективных температур для туристских объектов

Данные для расчетов взяты из бесплатного архива метеорологических показателей <http://gr5.ru> для периода с 2005 по 2017 годы: среднемесячная температура воздуха, среднемесячная относительная влажность, среднемесячная скорость ветра для января, апреля, июля и октября 60-и метеостанций Якутии, Магаданской области, Забайкальского края и Красноярского края (табл. 1). Для получения наиболее достоверной картины пространственного распределения

температуры необходимы были данные станций, расположенных на стыке границ Республики Саха (Якутия) с другими субъектами РФ. К примеру, если не учитывать данные метеостанций Магаданской области, то получается, что холодные массы с Оймяконского нагорья распространяются вплоть до Охотского моря.

Таблица 1

Фрагмент таблицы данных метеостанций для обработки в ГИС (сост. по [4])

Метеост.	Широта, °с.ш.	Долгота, °в.д.	$T_{\text{январь}}, ^\circ\text{C}$	$RH_{\text{январь}}, \%$	$v_{\text{январь}}, \text{м/с}$	$AT_{\text{январь}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{июль}}, ^\circ\text{C}$	$RH_{\text{июль}}, \%$	$v_{\text{июль}}, \text{м/с}$	$AT_{\text{июль}}, ^\circ\text{C}$
Айон, остров	69,80	168,70	-26,8	79	4,5	-33,77	-16,4	84	4,3	-22,94

*Примечание.* T – среднемесячная температура (°C), RH – среднемесячная относительная влажность (%), v – среднемесячная скорость ветра (м/с), AT – среднемесячная эффективная температура (°C) в период с 2005 по 2017 гг.

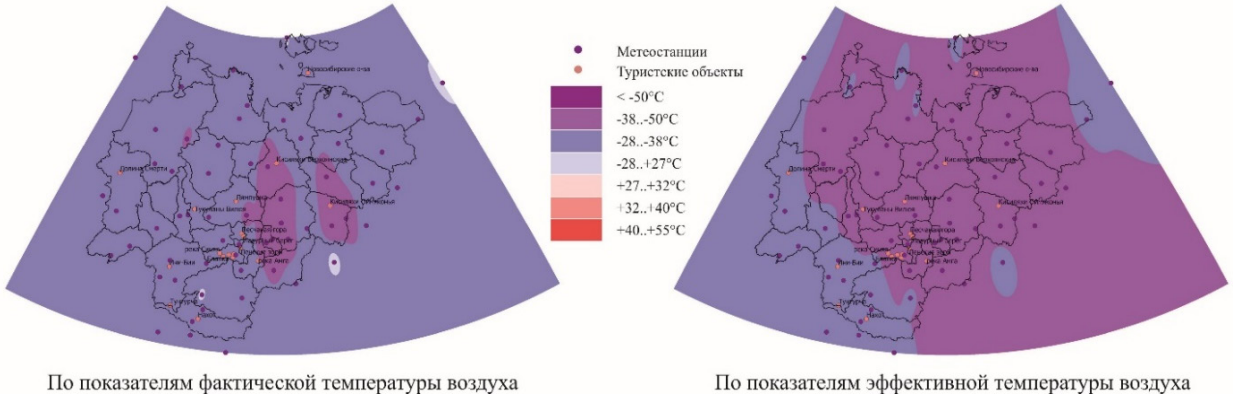
Согласно формуле (1) повышение относительной влажности и скорости ветра способствует понижению значений эффективной температуры относительно фактической: во всех полученных данных по всем станциям наблюдается понижение градуса. По вычисленным показателям эффективной температуры используем для зонирования территорию республики по шкале эффективной температуры (табл. 2)

Таблица 2

Шкала эффективной температуры (сост. по [5])

№	Температура, °C	Описание
1	< ..-50°C	Опасно – обморожение открытых участков кожи возможно менее чем через 5 минут.
2	-38..-50°C	Предельно осторожно – обморожение открытых участков кожи возможно через 10 -15 минут.
3	-28..-38°C	Осторожно – обморожение открытых участков кожи возможно через 20-30 минут.
4	-28..+27°C	Опасности для одетого по погоде человека нет.
5	+27..+32°C	Осторожно – возможно утомление при длительных активных нагрузках на открытом воздухе.
6	+32..+40°C	Предельно осторожно – возможен солнечный удар при длительных активных нагрузках на открытом воздухе.
7	+40..+55°C	Опасно – почти наверняка можно получить солнечный удар и перегрев, возможен тепловой удар.
8	> +55°C	Предельно опасно – быстрый тепловой или солнечный удар.

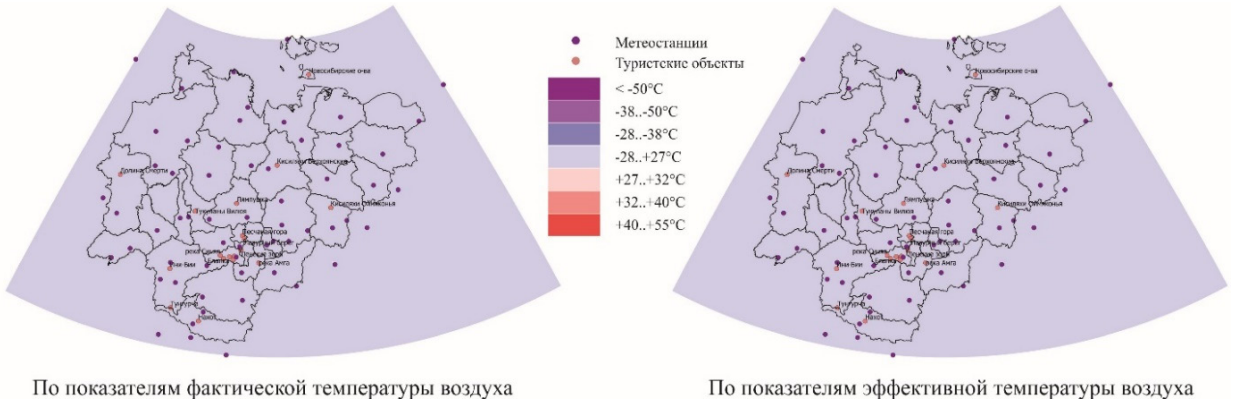
Далее обрабатываем данные в ГИС (в данном случае QGIS), для создания температурных зон используем метод интерполяции, задаем стиль для полученных растровых данных. Карты заданы в проекции WGS 72BE / UTM zone 53N. Итогами работы являются карты зонирования по показателям фактической и эффективной температуры воздуха (рис.1 и рис.2).



**Рис. 1.** Температурные зоны среднемесячных показателей температуры воздуха января за 2005-2017 гг. (сост. по [4])

В январе территория, удовлетворяющая условиям шкалы «<math>-38..-50^{\circ}\text{C}</math>: Предельно острожно» (табл. 2) по значениям эффективной температуры, значительно расширяется, охватывая 90 % Якутии (исключая территории Мирнинского, Ленского, Сунтарского, Алданского, Нерюнгринского улусов) – данная зона не рекомендуется для организации туризма в целях безопасности туристов.

Зоны, выявленные по данным температур за апрель, июль и октябрь (рис. 2), оказались идентичными, так как шкала включает большой массив данных, включая от <math>-28^{\circ}\text{C}</math> до <math>+27^{\circ}\text{C}</math>. Данная зона пригодна для организации туризма, так как не несет опасности для туристов по климатическим показателям.



**Рис.2.** Температурные зоны среднемесячных показателей воздуха апреля, июля и октября за 2005-2017 гг. (сост. по [4])

При помощи картографической модели определим значения фактической и эффективной температур для отображенных туристских объектов (табл. 3).

Таблица 3

**Среднемесячная температура воздуха и эффективная температура для некоторых туристских объектов РС (Я) (сост. по [4])**

Объект	Координаты		Январь			
	Широта	Долгота	T <sub>факт.</sub> °С	Зона	T <sub>эфф.</sub> °С	Зона
Верхний Бестях	61,34	128,81	-37,40	3	-42,24	2
Долина Смерти	64,77	109,47	-31,91	3	-36,64	3
Еланка	61,27	128,11	-36,29	3	-41,01	2
Ини-Бии	59,84	120,36	-31,23	3	-36,25	3
Кисилиахи Верхоянские	67,58	134,77	-39,20	2	-43,99	2
Кисилиахи Оймяконские	64,51	143,22	-40,55	2	-44,84	2
Лабыдья (Ленские Столбы)	61,11	127,36	-35,59	3	-40,21	2
Лазурный берег	62,58	129,99	-36,99	3	-41,48	2
Ленские зори	61,79	129,66	-36,77	3	-41,54	2
Лямпушка	64,88	128,37	-36,60	3	-41,39	2
Нахот	56,74	125,15	-30,25	3	-34,97	3
Новосибирские о-ва	73,52	142,19	-35,29	3	-40,47	2
Песчаная гора	62,76	129,69	-36,99	3	-41,53	2
река Амга, 40 км	61,01	132,27	-37,76	2	-42,12	2
река Буотама, 34 км	61,10	128,72	-37,00	3	-42,16	2
река Синяя, 40 км	61,29	126,82	-35,51	3	-40,08	2
Тукуланы Вилюя	63,93	122,16	-34,33	3	-39,22	2
Тукуланы ЛС	61,24	128,63	-37,05	3	-41,97	2
Тунгурча	57,30	121,48	-32,17	3	-36,61	3
Турбаза Буотама	61,26	128,74	-37,30	3	-42,28	2

**Заключение**

Определены температуры фактические и эффективные для вышеперечисленных (табл. 3) туробъектов Якутии при помощи картографической модели, выстроенной по данным температуры воздуха 60-ти метеостанций Якутии и соседних субъектов за период 2005-2017 годы. Эффективные температуры в среднем оказываются на 4°С ниже фактической. При зонировании выяснилось, что разница между показателями согласно шкале эффективной температуры (табл.2) критична лишь в январе (рис. 1) при сравнении с фактическими показателями и большинство туристских объектов находятся в зоне, где проведение туризма при таких климатических условиях нежелательно («предельно осторожно»).

На основе данной классификации (табл. 2) планируется создать более детальную (так как полезную информацию выявили только по январским показателям), также разработать рекомендации для туристов по обмундированию и поведению (правил) при определенных погодных условиях, также теоретические вычисления возможности обустройства туристских баз в зимний сезон.

### Литература

1. Бровкин, В. В. «Метеоцентр»: правильное размещение (установка) цифровых метеостанций / В.В. Бровкин. – режим доступа: <http://meteocenter.net/meteolib/razm.htm/> дата обращения: 15.12.2017.
2. Thermal Comfort observations // Commonwealth of Australia, Bureau of Meteorology. – режим доступа: [http://www.bom.gov.au/info/thermal\\_stress/](http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress/) дата обращения: 15.12.2017.
3. Карандеев, Д. Ю. Эффективная температура как фактор, влияющий на электропотребление города / Д.Ю. Карандеев // Современная техника и технологии. – 2015. – № 2. – режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2015/02/5728/> дата обращения: 15.12.2017.
4. Архив погоды // Расписание погоды. – режим доступа: <http://rp5.ru/> дата обращения: 14.12.2017.
5. Что такое эффективная температура? // Метеоновости. – режим доступа: <http://www.hmn.ru/index.php?index=14&value=9/> дата обращения: 15.12.2017.

### References

1. Brovkin, V. V. «Meteotsentr»: pravil'noe razmeshchenie (ustanovka) tsifrovyykh meteostantsii / V.V. Brovkin. – rezhim dostupa: <http://meteocenter.net/meteolib/razm.htm/> data obrashcheniia: 15.12.2017.
2. Thermal Comfort observations // Commonwealth of Australia, Bureau of Meteorology. – rezhim dostupa: [http://www.bom.gov.au/info/thermal\\_stress/](http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress/) data obrashcheniia: 15.12.2017.
3. Karandeev, D. Iu. Effektivnaia temperatura kak faktor, vliiaiuschii na elektropotreblenie goroda / D.Iu. Karandeev // Sovremennaia tekhnika i tekhnologii. – 2015. – № 2. – rezhim dostupa: <http://technology.snauka.ru/2015/02/5728/> data obrashcheniia: 15.12.2017.
4. Arkhiv pogody // Raspisanie pogody. – rezhim dostupa: <http://rp5.ru/> data obrashcheniia: 14.12.2017.
5. Chto takoe effektivnaia temperatura? // Meteonovosti. – rezhim dostupa: <http://www.hmn.ru/index.php?index=14&value=9/> data obrashcheniia: 15.12.2017.