

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО МИССЕНАРДУ В АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ АДЖАРИЯ И КАХЕТИИ (ГРУЗИЯ)

¹Амиранашвили А.Г., ²Джапаридзе Н.Д., ³Картвелишвили Л.Г.,
³Мегрелидзе Л.Д., ⁴Хазарадзе К.Р.

¹Институт геофизики им. М. Нодиа, ТГУ

²Тбилисский государственный медицинский институт

³Агентство по окружающей среде Грузии

⁴Грузинский государственный учебный университет по физическому воспитанию и спорту

Введение

Как известно, здоровье человека в основном зависит от образа его жизни (50 – 55 %), затем от условий окружающей среды (25 – 30 %), и наконец – от усилий медицины. Различные антропогенные нагрузки на среду обитания людей повышают риски воздействия на их здоровье и жизнь [1-5].

Исследования погодных условий, климата, качества атмосферного воздуха, а также различных гелио-геофизических и космических факторов на организм человека, проводятся во многих странах мира [6-11].

Значительное количество работ посвящено изучению роли отдельных метеорологических и гелио-геофизических элементов, параметров космической погоды, а также их комбинаций (температура воздуха [1,4,10, 12], влажность, скорость ветра, атмосферное давление, солнечная активность (числа Вольфа), геомагнитное поле, солнечная радиация, космические лучи [1, 12-20], легкие ионы [1,21-26], аэрозоли [1,27], озон [1,28,29], другие токсичные примеси в атмосфере и т.д. [1,3-5]) в формировании общей экологической ситуации в среде обитания человека, а также степени воздействия на здоровье людей.

Так, в работе [22] показано, что заповедная зона национального природного парка «Вижницкий» (Украина) характеризуется высоким содержанием легких отрицательных аэроионов, несколько уступает за данным показателем территория зоны стационарной рекреации и минимальное значение зафиксировано в хозяйственной зоне заповедного объекта. Установлена сезонная зависимость величины показателя униполярности разных функциональных зон территорий природно-заповедного фонда.

В работе [25] представлены результаты атмосферно-электрических измерений, полученные в пунктах наблюдений разных типов: в городском (г. Ростов-на-Дону), вблизи акватории Азовского моря (г. Таганрог, с. Приморка) и в высокогорном (Пик Чегет), расположенном в Приэльбрусье. Установлены закономерности пространственно-временных вариаций удельной электрической проводимости (концентрации аэроионов) атмосферы вблизи поверхности земли для разных условий. Приведена оценка влияния естественной радиоактивности и аэрозольного загрязнения на концентрацию аэроионов для пунктов наблюдений вблизи акватории Таганрогского залива Азовского моря. Представлены результаты сравнительного анализа городских и высокогорных данных атмосферно-электрических наблюдений.

Об особенностях эффекта излучения радионуклидов в образовании вторичных аэрозолей в условиях сильно загрязненной атмосферы на примере города Тбилиси (Тбилисский тип смога) было отмечено в [1,26]. Интенсификация ионизацией аэрозольного загрязнения атмосферы в условиях Тбилиси настолько сильна, что это приводит также к ухудшению качества воздуха и в аспекте его ионного состава. В целом Тбилисский тип смога характеризуется невозможной в естественных условиях обратной связью содержания радона, гамма-радиации и космического излучения с концентрацией легких ионов в воздухе, вызванной образованием вторичных аэрозолей в количестве, которое в совокупности с первичными частицами способно присоединять к себе больше ионов, чем их образуется при ионизации [1,26]. Предполагается, что Тбилисский тип смога может иметь место также и в других городах с сильно загрязненной атмосферой.

Хорошо известны эффекты значительного роста различных заболеваний и смертности населения при сильном холоде и экстремальной жаре [30-33], резких колебаниях атмосферного давления [15], высоком уровне загрязненности атмосферы [1-5,27,29], геомагнитных бурях [8,12,14-17] и др.

Для определения степени комфорта или дискомфорта среды обитания человека для его здоровья часто используют различные простые и сложные термальные индексы [30-74].

Простые термальные показатели включают в себя более одного метеорологического параметра и учитывают комбинированное воздействие на организм человека температуры воздуха, влажности, скорости ветра и др. (эффективная температура воздуха ET, Wet-bulb-globe temperature WBGT, климатический индекс туризма TCI) и другие [34-44].

Сложные термальные индексы основаны на моделях энергетического бюджета и теплового баланса организма человека. В последние годы популярны такие показатели, как: ощущаемая температура (PMV), физиологически эквивалентная температура (PET), стандартная эффективная температура (SET), физиологическая субъективная температура и субъективная температура (MENEX), универсальный термальный климатический индекс (UTCI) и т. д. [42, 43, 46-49, 70-72]).

Для расчета сложных термальных индексов дополнительно к указанным выше метеорологическим данным необходима информация о степени покрытия небосвода облаками, интенсивности солнечного излучения и др. Так, например, для расчета PMV, PET и SET используется специальная программа RayMan, которая позволяет определить значения этих термальных индексов с учетом пола, возраста, роста, веса, одетости, движения человека и др. для любого пункта земной поверхности, сезона года и времени суток [71,72]. В частности, в связи с предстоящими олимпийскими играми в Токио в 2020 г. в работе [73] проведен анализ возможных термальных нагрузок на спортсменов при проведении игр.

Воздействие на организм людей указанным выше факторов может проявляться как мгновенно, так и в течение часов, суток, недель, месяцев и более длительного периода времени [1,2,10,19,20,33,35,37,39,41,50,51].

Например, в работах [41,51] представлены результаты изучения связи среднесуточных значений эквивалентно-эффективной температуры воздуха (EET) в Тбилиси со смертностью населения этого города от сердечно-сосудистых заболеваний. Получено, что зависимость смертности от EET принимает классическую форму: высокая смертность при низких температурах, низкая – при комфортных, с дальнейшим увеличением при повышении температуры.

В работе [33] установлено, что связь между среднемесячной температурой воздуха в Кутаиси (Грузия) и такими показателями физиологического состояния людей, как общее количество вызовов скорой медицинской помощи, случаев госпитализации и смерти, имеет форму полинома третьей степени. В целом, в теплые месяцы происходит сокращение общего количества вызовов скорой помощи, случаев госпитализации и летальных исходов. В жаркие месяцы наблюдается ухудшение этих показателей здоровья, сравнимое с холодными месяцами года (увеличение числа вызовой скорой помощи, случаев госпитализации и смерти).

В работе [19] приведены результаты исследования влияния годовой изменчивости температуры воздуха, концентрации приземного озона и интенсивности нейтральной составляющей

галактических космических лучей на смертность населения города Тбилиси в 1984-2010 гг. В частности, было обнаружено, что в пределах вариационного размаха вклад изученных параметров в изменчивость смертности выглядит следующим образом: случайная составляющая температуры воздуха – 8.5%, реальные значения концентрации приземного озона и интенсивности космических лучей – 20.9% и 16.5% , соответственно.

Следует отметить, что существует около 200 термальных индексов различной сложности [34-38,42,42-72]. Каждый индекс имеет свою численную шкалу с соответствующим словесным описанием теплоощущения человеческого тела и указанием возможных рисков для организма, понятным для широкого круга населения (например, “холодно”, “комфортно”, “тепло”, “тепловой или солнечный удар”, “повышенная утомляемость”, “опасность обморожения” и т.д.).

Учитывая, что большинство этих индексов описывается математическими выражениями, между ними обычно имеется высокая корреляционная связь. Однако градации (шкалы) индексов обычно приведены для метеорологических и климатических условий тех стран, где они разработаны (Европа, США, Канада, Австралия, Россия и др.) [34-38]. Поэтому, при подборе того или иного индекса для описания биоклиматической ситуации определенной местности необходимо учитывать адаптированность населения к метеорологическим и климатическим особенностям данной местности. С этой целью, по возможности, следует проводить совместные исследования специалистов по метеорологии, климатологии, биометеорологии и здравоохранению. Подобные исследования, в частности, проведены и в Грузии [1,20,39,41,51,53].

Важно учесть, что подавляющее большинство термальных индексов используются в оперативных целях для определения часовых или суточных уровней теплоощущения людей и не всегда пригодны для описания биоклиматических условий местности в большем масштабе времени (декада, месяц, сезон и др.). Поэтому, формальное использование для этих целей, даже часто применяемых в разных странах термальных индексов, не всегда может быть адекватным.

В связи с указанным подбор термальных индексов, на наш взгляд, следует проводить с учетом по крайней мере следующих условий:

- наличие необходимой исходной метеорологической и климатической информации;
- возможность проверки соответствия шкалы этих индексов физиологическому состоянию людей (смертность, вызовы скорой медицинской помощи, госпитализация и др.);
- универсальность шкалы индексов для различных масштабов осреднения (по крайней мере до месяца);
- широкая используемость подобранных термальных индексов в различных странах, позволяющая корректно сравнивать с ними биоклиматические условия исследуемой местности.

Информация о среднемесячных значениях термальных индексов имеет важное практическое значение, например, для оценки общего биоклиматического потенциала местности в целях развития курортно-туристической индустрии, многолетней динамики этих индексов в связи с изменением климата и др. В этом плане опубликовано достаточно много работ, в которых используются самые различные простые и сложные термальные индексы [6,7,9,10,11,13,20,30,34,35,36,40,52]. Однако не во всех странах (главным образом развивающихся) имеется возможность определять сложные индексы из-за отсутствия необходимой исходной информации. Да и в развитых странах при исследовании долговременной изменчивости биоклимата ученые сталкиваются с этой же проблемой. Поэтому исследования биоклимата территорий с использованием простых термальных индексов еще долго будут актуальными.

При применении среднемесячных данных о значениях термальных индексов обычно используется стандартная шкала и категории этих индексов, используемых для описания реальной (часовой или дневной) биоклиматической ситуации. При месячном осреднении метеорологических данных, как правило, происходит сокращение диапазона шкалы термальных индексов и уменьшение ее чувствительности (огрубление) для оценки степени биоклиматической комфортности окружающей среды для людей. В связи с этим, при определении биокли-

матических условий местности численные значения стандартной шкалы термальных индексов не всегда могут совпадать со словесным описанием категорий этих индексов. Поэтому, если имеются данные о здоровье или смертности населения, при подборе того или иного индекса, целесообразно либо корректировать его шкалу для исследуемой среды обитания человека, либо (что на наш взгляд лучше), выявить наиболее подходящий для этих целей широко используемый в разных странах термальный индекс с универсальной для этих целей шкалой.

Подобное исследование проведено в работе [53], где с использованием результатов [74] представлен сравнительный анализ связи восьми простых термальных индексов [41, 54-68] и климатического индекса туризма [20,69,73] с месячной смертностью населения города Тбилиси по поводу сердечно-сосудистых заболеваний. Значения простых термальных индексов рассчитывались с использованием среднемесячных и средних месячных за 13 часов данных метеорологических элементов. Между всеми изученными простыми термальными индексами наблюдается практически прямая функциональная связь с коэффициентом линейной корреляции не ниже 0.86. Связь простых термальных индексов с климатическим индексом туризма нелинейная и имеет вид полинома третьей степени [53].

Была изучена возможность использования стандартных шкал и категорий указанных индексов в качестве биоклиматического показателя в месячном масштабе времени. В целом, все индексы адекватно соответствуют степени биоклиматической комфортности окружающей среды для людей (низкая смертность при комфортных условиях). Наиболее же репрезентативной для этой цели оказалась эффективная температура воздуха по Миссенарду на 13 часов [53,55,56].

Данная работа является продолжением предыдущих исследований [12,20,33,39-41,50-53, 73-76]. Ниже представлены результаты изучения внутригодовых вариаций среднемесячных значений эффективной температуры воздуха по Миссенарду (ET) в двух диаметрально противоположно расположенных по широте географических районах Грузии: Автономной Республике Аджария (ниже – Аджария) и Кахетинском регионе (ниже – Кахетия).

Используемые данные, описание районов исследования, методика обработки данных

В работе использованы данные национального агентства Грузии по окружающей среде о среднемесячных значениях температуры (T) и относительной влажности воздуха (RH), а также скорости ветра (V) на 13 час. местного времени в период с 1961 по 2010 гг.

Таб. 1

Координаты и высоты восьми метеорологических станций в Аджарии и Кахетии

Пункты	Широта, N°	Долгота, E°	Высота, м, над. ур. моря
Аджария			
Батуми	41.64	41.64	9
Кобулет	41.82	41.78	3
Хуло	41.64	42.3	921
Годердзский перевал (Годердзи)	41.63	42.52	2025
Кахетия			
Телави	41.93	45.48	568
Дедорлисцкаро	41.47	46.08	800
Кварели	41.97	45.83	449
Сагареджо	41.73	45.33	802

В таб. 1 представлена информация о координатах и высотах над уровнем моря восьми метеорологических станций в Аджарии (Батуми, Кобулет, Хуло, Годердзский перевал – Годердзи) и Кахетии (Телави, Дедорлисцкаро, Кварели, Сагареджо). Как следует из этой таб-

лицы в Абхазии станции расположены на высотах от 3 до 2025 м, а в Кахетии – от 449 до 802 м на уровне моря.

На рис. 1 для наглядности представлено расположение этих станций на территории Грузии (масштаб – в правом нижнем углу).



Рис. 1. Расположение метеорологических станций в Абхазии и Кахетии

Абхазия находится в западной части Грузии на побережье Черного моря (рис.1). Площадь – 2900 км², население – 346.3 тыс. чел. (в том числе городского – 195.2 тыс. чел.), столица автономной республики – Батуми (население – 163.4 тыс. чел.) [www.geostat.ge].

Территория Абхазии явственно делится на две части: приморскую Абхазию, которая охватывает долины, низменности и нагорную Абхазию. Приморская и нагорная части различны по своим природным условиям. Приморская отличается характерным для субтропического воздуха высоким термическим режимом (Батуми, Кобулет). Нагорная же, где влияние Чёрного моря из-за горных преград ослаблено, значительно прохладнее и чем выше высота над уровнем моря, тем температура воздуха ниже (Хуло, Годердзи). Климат – влажный субтропический. Среднемесячная температура воздуха (°C) в январе (самый холодный месяц) и августе (самый теплый месяц) соответственно следующая: в Батуми: 6.9 и 22.8, Кобулет: 5.5 и 23.1, Хуло: 1.2 и 19.1, Годердзи: -7.7 и 12.5. Среднемесячная дневная температура воздуха в январе и августе соответственно следующая: в Батуми: 10.8 и 26.4, Кобулет: 10.4 и 27.0, Хуло: 5.3 и 25.4, Годердзи: -4.6 и 17.5.

Абхазия знаменита своими курортами с прекрасными пляжами, историческими памятниками и другими достопримечательностями, привлекающими многочисленных туристов. За последнее десятилетие в развитие туристической инфраструктуры Абхазии сделаны значительные шаги и сегодня она находится на новом витке своего стремительного развития [<https://www.advantour.com/rus/georgia/abjara.htm>].

Кахетия расположена в восточной части Грузии (рис.1). Площадь – 11375 км², население – 314.7 тыс. чел., (в том числе городского – 71.4 тыс. чел.), столица региона – Телави (население – 19.8 тыс. чел.) [www.geostat.ge].

Климат большей части Кахетии субтропический и очень приятный для путешествий. Путешествовать по Кахетии можно круглый год, и единственным районом, куда нельзя попасть зимой, является горная область Тушетия. В Алазанской долине средняя температура января (самый холодный месяц) около 0÷1 °С, в июле (самый теплый месяц) – 22÷24 °С. Алазанская долина и северные склоны Гомборского хребта очень благоприятны для выращивания винограда — именно здесь расположен главный винный центр Грузии.

Среднемесячная температура воздуха (°С) в четырех пунктах исследования в январе и июле соответственно следующая: в Телави: 1.2 и 23.5, Дедоплисцкаро: -0.2 и 22.6, Кварели: 1.8 и 24.1, Сагареджо: 0.7 и 22.4. Среднемесячная дневная температура воздуха в январе и июле соответственно следующая: в Телави: 5.7 и 29.4, Дедоплисцкаро: 4.6 и 28.5, Кварели: 6.6 и 30.6, Сагареджо: 5.4 и 28.4.

В Кахетии множество мест с красивыми озерами и водопадами, старинными винодельнями и пещерными монастырями, памятниками культуры, лечебными курортами и другими интересными для туристов объектами. Как и в Аджарии, здесь за последние годы также заметен существенный прогресс в развитие курортно-туристической индустрии [<https://ru.wikipedia.org/wiki/Кахетия#Климат>].

Значения эффективной температуры воздуха по Миссенарду (ЕТ) рассчитывались по формуле, приведенной в таблице 2. В этой же таблице представлена шкала ЕТ (°С) и соответствующее словесное описание степени теплоощущения человека (категория) в зависимости от значений эффективной температуры воздуха. В последней графе таблицы приведены сокращенные наименования категорий шкалы ЕТ, часто используемые ниже в целях экономии объема текста. В тексте также часто опущена размерность эффективной температуры воздуха °С.

Отметим, что категория ЕТ “Холодно” полностью находится в диапазоне положительных температур. В частности, при этой категории в Тбилиси наблюдается лишь некоторое повышение смертности населения по причинам сердечно-сосудистых заболеваний по сравнению с комфортными условиями (на 14 %) [53]. Поэтому указанную категорию значений ЕТ, на наш взгляд, можно считать нижним пределом биоклиматической благоприятности для так называемого “среднего туриста” (вне зависимости от пола, возраста и др.).

Таб. 2

Формула для расчета ЕТ и степень теплоощущения человека (категория) в зависимости от значений эффективной температуры воздуха

Эффективная температура воздуха [55,56]: $ET = 37 - (37 - T) / (0.68 - 0.0014 \cdot RH + 1 / (1.76 + 1.4 \cdot V^{0.75})) - 0.29 \cdot T \cdot (1 - 0.01 \cdot RH)$				
°С	Category	კატეგორია	Категория	Кат. сокр.
<1	Very cold	ძალიან ცივა	Очень холодно	Оч. хол.
1-9	Cold	ცივა	Холодно	Хол.
9-17	Cool	გრილა	Прохладно	Прохл.
17-21	Comfortable	კომფორტული	Комфортно	Комф.
21-23	Warm	თბილა	Тепло	Теп.
23-27	Hot	ცხელა	Жарко	Жар.
>27	Very Hot	ძალიან ცხელა	Очень жарко	Оч. жар.

При анализе данных использованы хорошо известные стандартные статистические методы исследований. Пропущенные ряды наблюдений были восстановлены по имеющимся данным соседних метеорологических станций с использованием стандартных методик [77].

Ниже использованы следующие обозначения: Mean – среднее значение, Min – минимальное значение, Max – максимальное значение, R² коэффициент детерминации, Low и Upp соответственно значения 99% нижнего и верхнего уровней доверительного интервала среднего.

Результаты

Результаты работы представлены в таб. 3-6 и на рис. 2-9.

В таб. 3 приведена общая информация о средних значениях и категориях ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии в среднем за год, холодный (октябрь-март) и теплый (апрель-сентябрь) сезоны года, их минимальных и максимальных, а также средних минимальных и максимальных значениях. На рис. 2 и 5 соответственно представлены данные о средних значениях ЕТ в указанных пунктах Аджарии и Кахетии в различные месяцы и сезоны года. На рис. 3 и 6 приведены данные о верхнем и нижнем уровнях 99% доверительного интервала среднего значения ЕТ в восьми исследуемых пунктах Аджарии и Кахетии в указанные промежутки времени года. На рис. 4 и 7 представлена графическая информация о средних минимальных и максимальных значениях ЕТ в этих исследуемых районах в различные месяцы и периоды года.

Как следует из таб. 3 и рис. 2 и 5 среднегодовое значение ЕТ для всех пунктов, кроме высокогорного Годердзи (ЕТ= -3.9, “Оч. хол.”) относится к категории “Прохл.” с диапазоном изменения ЕТ от 11.0 (Хуло) до 15.4 (Кварели). В холодное полугодие в Аджарии значение ЕТ в Батуми соответствует категории “Прохл.”, тогда как в Кобулету и Хуло “Хол.”. В Годердзи категория ЕТ “Оч. хол.”. В Кахетии для всех четырех исследуемых пунктов значение ЕТ соответствует категории “Хол.”. В теплое полугодие в Аджарии значение ЕТ в Годердзи соответствует категории “Хол.”, в остальных трех пунктах “Комф.”. В Кахетии в указанный сезон года в Телави, Дедоплискарго и Сагареджо комфортные значения ЕТ, тогда как в Кварели “Теп.”.

Таб. 3

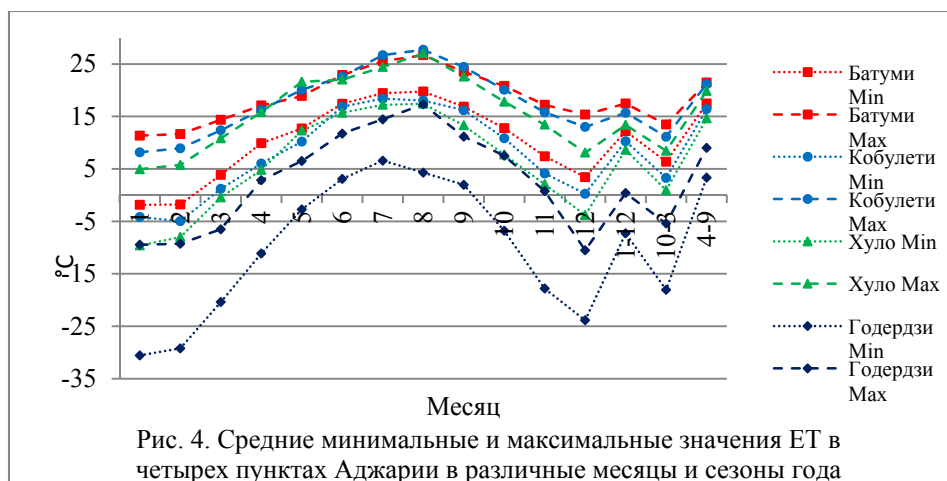
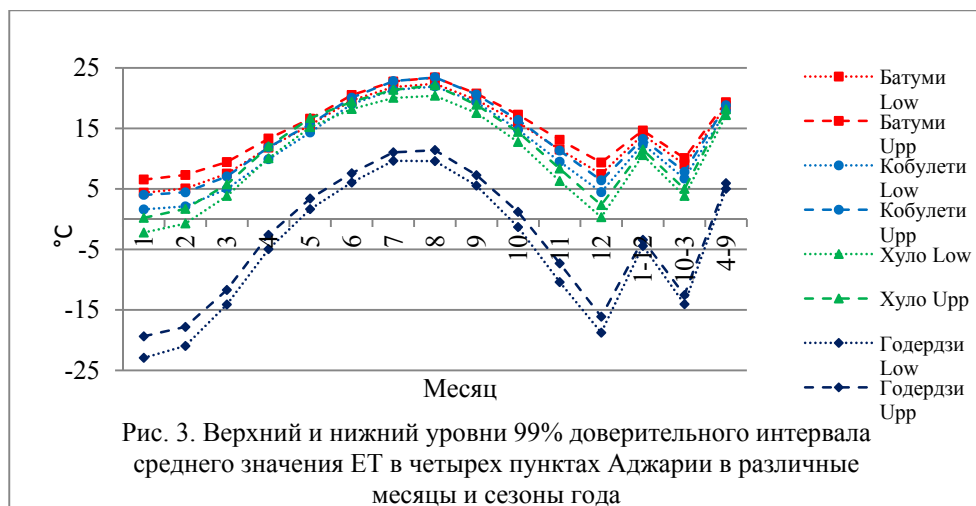
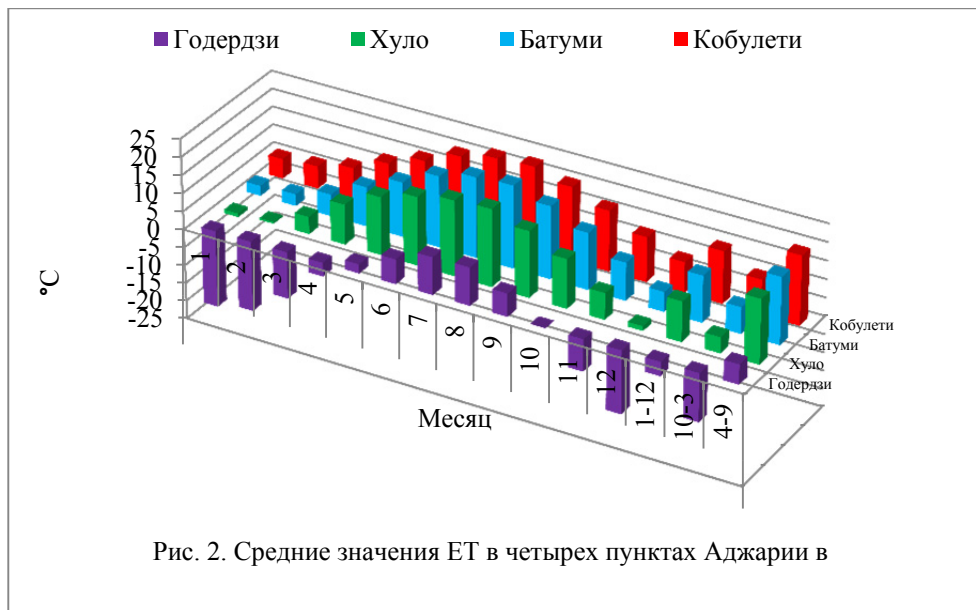
Данные о средних значениях и категориях ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии

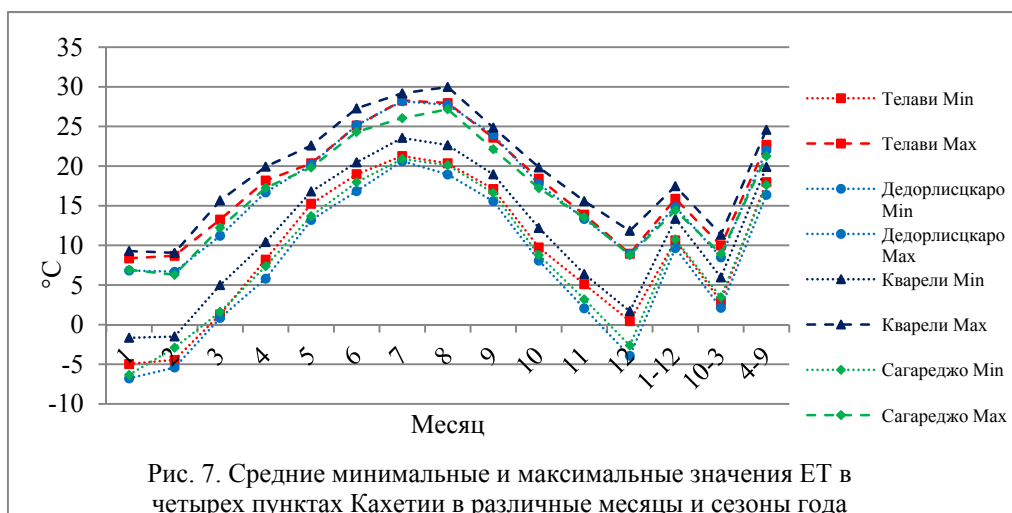
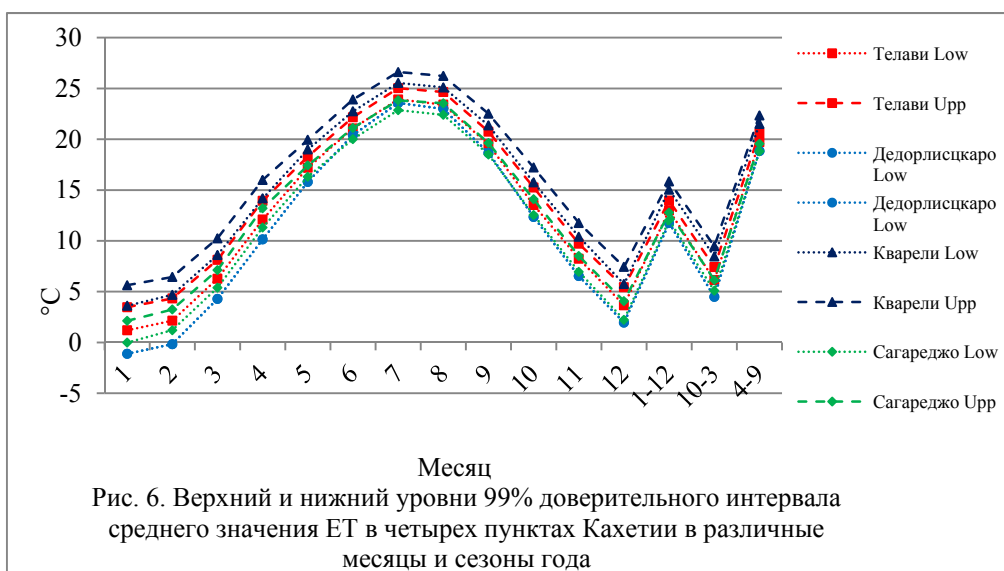
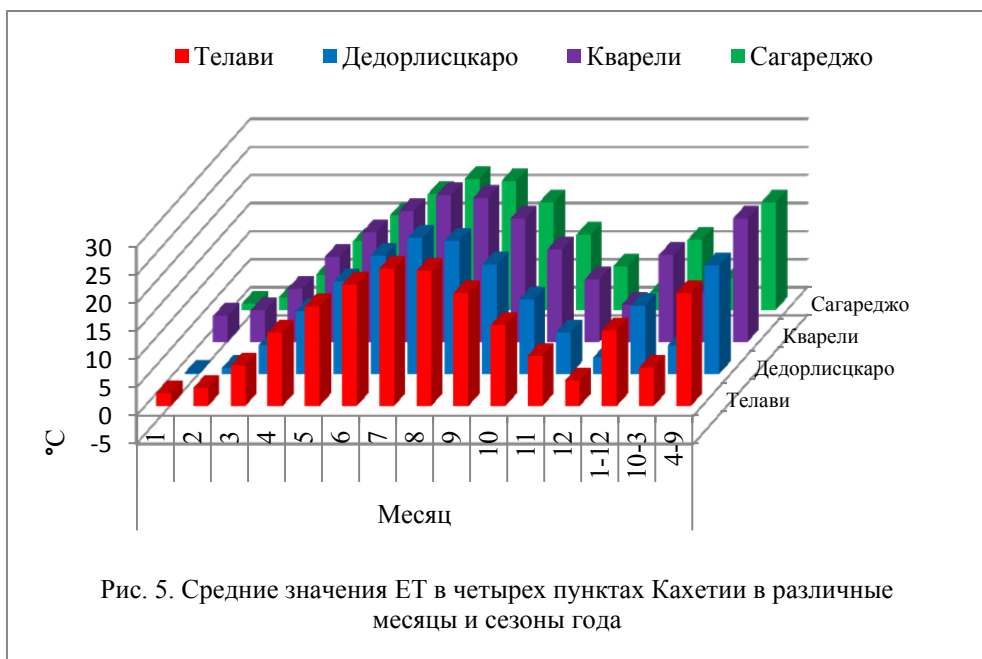
Пункты	Все данные					Среднее за 1961-2010 гг.	
	Среднее за год	Среднее в холодный период	Среднее в теплый период	Min	Max	Min	Max
Батуми	14.3	9.6	19.0	-1.9	26.7	5.5	22.9
	Прохл.	Прохл.	Комф.	Оч. хол.	Жар.	Хол.	Теп.
Кобулету	12.8	7.3	18.4	-5.0	27.7	2.8	22.7
	Прохл.	Хол.	Комф.	Оч. хол.	Оч. жар.	Хол.	Теп.
Хуло	11.0	4.4	17.6	-9.6	27.0	-1.0	21.2
	Прохл.	Хол.	Комф.	Оч. хол.	Жар.	Оч. хол.	Теп.
Годердзи	-3.9	-13.3	5.5	-30.6	17.3	-21.1	10.5
	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Оч. хол.	Комф.	Оч. хол.	Прохл.
Телави	13.5	6.8	20.2	-5.0	28.3	2.3	24.5
	Прохл.	Хол.	Комф.	Оч. хол.	Оч. жар.	Хол.	Жар.
Дедоплискарго	12.2	5.0	19.4	-6.8	28.2	0.2	24.2
	Прохл.	Хол.	Комф.	Оч. хол.	Оч. жар.	Оч. хол.	Жар.
Кварели	15.4	9.0	21.9	-1.7	30.0	4.6	26.1
	Прохл.	Хол.	Теп.	Оч. хол.	Оч. жар.	Хол.	Жар.
Сагареджо	12.4	5.6	19.2	-6.3	27.2	1.1	23.4
	Прохл.	Хол.	Комф.	Оч. хол.	Оч. жар.	Хол.	Жар.

Абсолютные среднемесячные минимальные значения ЕТ для всех восьми исследуемых пунктов соответствуют категории “Оч. хол.”, а максимальные: в Годердзи “Комф.”, Батуми и Хуло “Жар.”, Кобулету и четырех пунктах Кахетии “Оч. жар.” (таб. 2).

Средние минимальные значения ЕТ в исследуемый пятидесятилетний период времени в Батуми, Кобулету, Телави, Кварели и Сагареджо соответствуют категории “Хол.”, а в остальных пунктах “Оч. хол.”. Категории средних максимальных значений ЕТ следующие: в Годердзи “Прохл.”, в Батуми, Кобулету и Хуло “Теп.”, во всех пунктах Кахетии “Жар.” (таб. 2, рис. 4 и 7).

Внутригодовой ход среднемесячных значений ЕТ, а также их средних минимальных и максимальных величин для всех исследуемых пунктов имеет одномодальный характер с максимумом в летнее время и минимумом зимой (рис. 2-7).





Таб. 4

Категории среднемесячных значений ET и их верхних и нижних уровней 99% доверительного интервала в восьми пунктах Аджарии и Кахетии

Пункт	Холодное полугодие						
	Месяц	1	2	3	10	11	12
Батуми	Low	Хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Прохл.	Хол.
	Mean			Хол.	Прохл.		Хол.
	Upp			Прохл.	Комф.		Прохл.
Кобулет	Low	Хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Прохл.	Хол.
	Mean						
	Upp						
Хуло	Low	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Оч. хол.
	Mean		Оч. хол.				Хол.
	Upp		Хол.				Хол.
Годердзи	Low	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.
	Mean				Оч. хол.		
	Upp				Хол.		
Телави	Low	Хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Хол.
	Mean					Хол.	
	Upp					Прохл.	
Дедорлисцкаро	Low	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Хол.
	Mean	Оч. хол.	Хол.				
	Upp	Хол.	Хол.				
Кварели	Low	Хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Прохл.	Хол.
	Mean			Прохл.	Прохл.		
	Upp			Прохл.	Комф.		
Сагареджо	Low	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Хол.
	Mean	Хол.					
	Upp	Хол.					
	Теплое полугодие						
	Месяц	4	5	6	7	8	9
Батуми	Low	Прохл.	Прохл.	Комф.	Теп.	Теп.	Комф.
	Mean					Теп.	
	Upp					Жар.	
Кобулет	Low	Прохл.	Прохл.	Комф.	Теп.	Теп.	Комф.
	Mean					Теп.	
	Upp					Жар.	
Хуло	Low	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Комф.	Комф.
	Mean				Комф.	Теп.	
	Upp				Теп.	Теп.	
Годердзи	Low	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Прохл.	Прохл.	Хол.
	Mean						
	Upp						
Телави	Low	Прохл.	Комф.	Теп.	Жар.	Жар.	Комф.
	Mean						
	Upp						
Дедорлисцкаро	Low	Прохл.	Прохл.	Комф.	Жар.	Теп.	Комф.
	Mean		Прохл.	Теп.		Жар.	
	Upp		Комф.	Теп.		Жар.	
Кварели	Low	Прохл.	Комф.	Теп.	Жар.	Жар.	Теп.
	Mean			Жар.			
	Upp			Жар.			
Сагареджо	Low	Прохл.	Прохл.	Комф.	Теп.	Теп.	Комф.
	Mean		Прохл.	Комф.	Жар.	Теп.	
	Upp		Комф.	Теп.	Жар.	Жар.	

Категории верхних и нижних уровней 99% доверительного интервала среднемесячных значений ЕТ в основном совпадают с их средними значениями (рис. 3 и 6, таб. 4 – отмечено наклонным жирным шрифтом). Сдвиг категории на одну ступень в сторону холода или тепла в холодное полугодие как в Аджарии, так и Кахетии наблюдается для 6 месяцев (по 12.5 % случаев). В теплое полугодие этот сдвиг в Аджарии отмечается для 4 месяцев (8.3 % случаев), Кахетии – 8 месяцев (16.7 % случаев). При этом в Аджарии в январе, ноябре, с апреля по июнь и в сентябре (6 месяцев в год) для всех пунктов категории значений ЕТ не меняются в пределах 99% доверительного интервала их среднего. В Кахетии для всех пунктов это наблюдается лишь в декабре, апреле и сентябре, а в целом для 8 исследуемых пунктов – в апреле и сентябре (таб. 4). По всей видимости, одна из причин указанного выше, может быть связана с тем, что процесс потепления в Кахетии (Восточная Грузия) происходит более интенсивно, чем в Аджарии (Западная Грузия) [78,79].

Таб. 5

Категории среднемесячных минимальных и максимальных значений ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии

Пункт	Холодное полугодие						
	Месяц	1	2	3	10	11	12
Батуми	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Хол.
	Max	Прохл.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Прохл.
Кобулет	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Оч. хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Прохл.
Хуло	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Оч. хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Хол.
Годердзи	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.
	Max	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Оч. хол.	Оч. хол.
Телави	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Оч. хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Хол.
Дедорлисцкаро	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Оч. хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Хол.
Кварели	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Прохл.	Хол.	Хол.
	Max	Прохл.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Прохл.
Сагареджо	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Хол.	Оч. хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Комф.	Прохл.	Хол.
	Теплое полугодие						
	Месяц	4	5	6	7	8	9
Батуми	Min	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Комф.	Прохл.
	Max	Комф.	Комф.	Теп.	Жар.	Жар.	Жар.
Кобулет	Min	Хол.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Прохл.
	Max	Прохл.	Комф.	Теп.	Жар.	Оч. жар.	Жар.
Хуло	Min	Хол.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Прохл.
	Max	Прохл.	Теп.	Теп.	Жар.	Жар.	Теп.
Годердзи	Min	Оч. хол.	Оч. хол.	Хол.	Хол.	Хол.	Хол.
	Max	Хол.	Хол.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Прохл.
Телави	Min	Хол.	Прохл.	Комф.	Теп.	Комф.	Комф.
	Max	Комф.	Комф.	Жар.	Оч. жар.	Оч. жар.	Жар.
Дедорлисцкаро	Min	Хол.	Прохл.	Прохл.	Комф.	Комф.	Прохл.
	Max	Прохл.	Комф.	Жар.	Оч. жар.	Оч. жар.	Жар.
Кварели	Min	Прохл.	Прохл.	Комф.	Жар.	Теп.	Комф.
	Max	Комф.	Теп.	Оч. жар.	Оч. жар.	Оч. жар.	Жар.
Сагареджо	Min	Хол.	Прохл.	Комф.	Комф.	Комф.	Прохл.
	Max	Комф.	Комф.	Жар.	Жар.	Оч. жар.	Теп.

В таб. 5 представлены данные о категориях среднемесячных минимальных и максимальных значений ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии в различные месяцы года. Отметим, что эти данные, как и данные таб. 4, могут иметь практическое применение при планировании развития в исследуемых регионах различных видов курортно-туристической индустрии.

Несмотря на небольшие расстояния между исследуемыми пунктами в Аджарии и Кахетии (в пределах 100 км, рис. 1), отмечается заметная контрастность в категориях среднемесячных значений ЕТ на этих территориях (таб. 4), связанная с рельефом местности и высотой расположения пунктов над уровнем моря (рис. 1, таб. 1).

Так, в Аджарии категории среднемесячных значений ЕТ в Батуми и Кобулету одинаковы для всех месяцев года и охватывают диапазон от “Хол.” до “Прохл.” в холодное полугодие и от “Прохл.” до “Теп.” в теплое полугодие. В Хуло диапазон категорий среднемесячных значений ЕТ находится в пределах “Оч. хол.” ÷ “Прохл.” в холодный период года и “Прохл.” ÷ “Теп.” в теплый период года. В Годердзи указанные категории ЕТ в течение года охватывают весьма узкий диапазон от “Оч. хол.” до “Прохл.” (таб. 4).

В Кахетии с октября по март категории среднемесячных значений ЕТ охватывают диапазон от “Оч. хол.” до “Прохл.”, а с апреля по сентябрь – от “Прохл.” до “Жар.” (таб. 4).

Отметим, что зимой (декабрь-февраль) среднемесячные значения ЕТ в Батуми, Кобулету, Телави, Кварели и Сагареджо соответствуют одной и той же категории “Хол.”, в апреле на всех пунктах (кроме Годердзи) термальный режим атмосферы соответствует категории “Прохл.”, в сентябре на шести пунктах (кроме Годердзи “Хол.”, и Кварели “Теп.”) значения ЕТ соответствуют категории “Комф.”.

Летом в Батуми, Кобулету и Хуло значения ЕТ соответствуют двум категориям “Комф.” и “Теп.”, тогда как в исследуемых пунктах Кахетии – трем: “Комф.” ÷ “Жар.”. При этом категория ЕТ “Комф.” отмечается лишь в Сагареджо в июне. В целом в Кахетии летом теплее, чем в Аджарии (таб. 4).

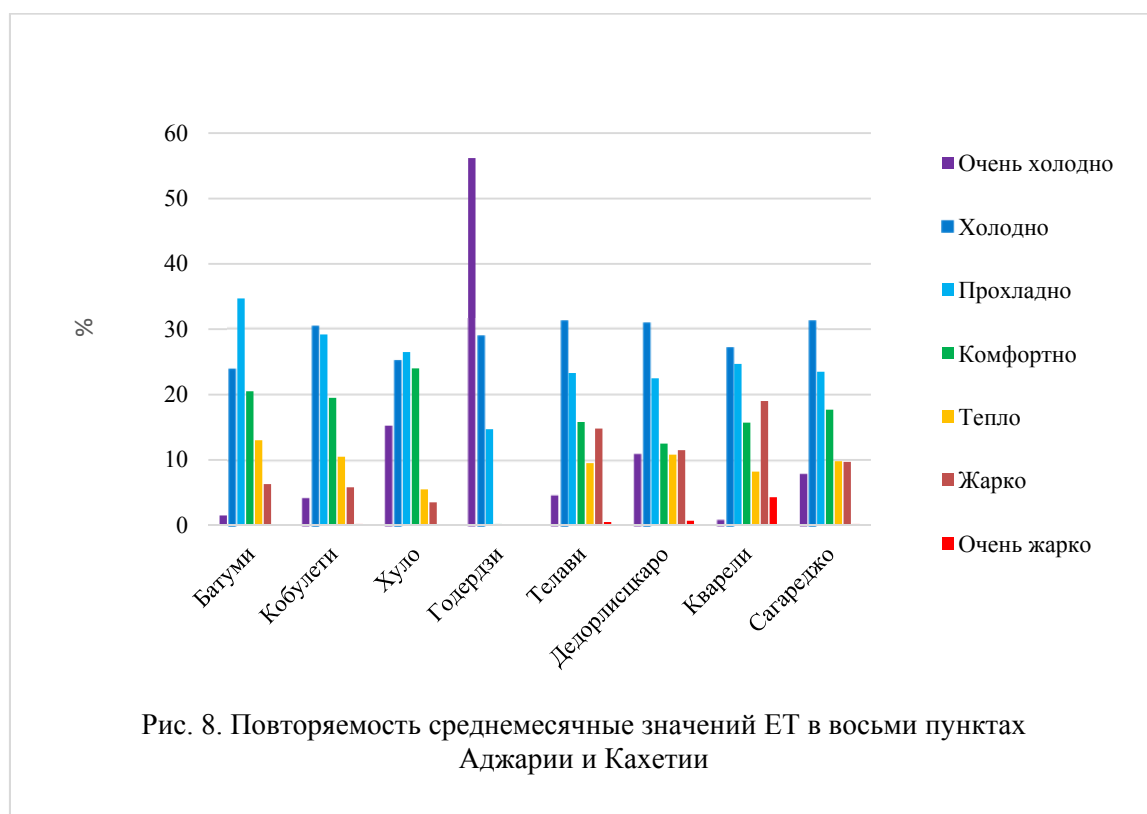
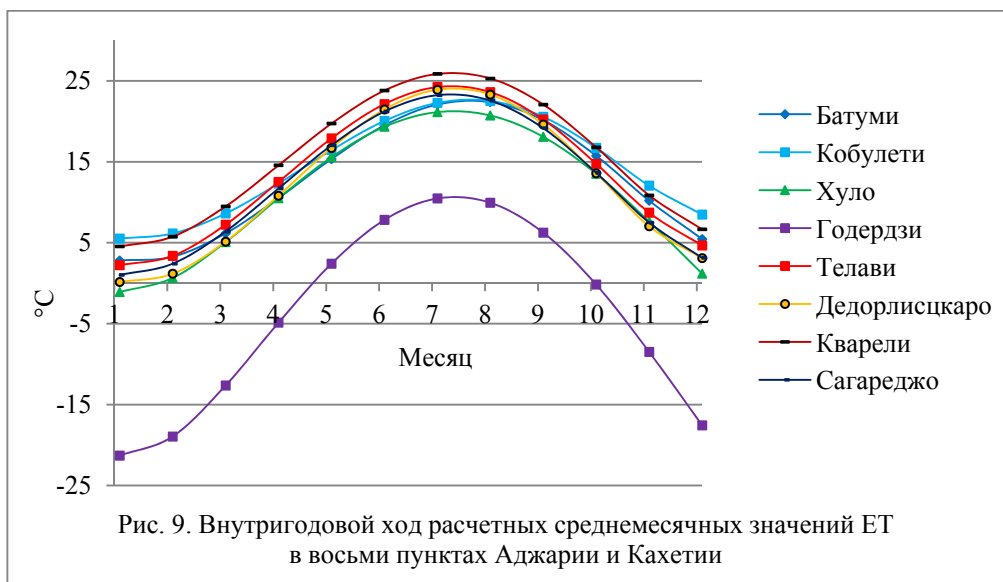


Рис. 8. Повторяемость среднемесячные значения ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии

На рис. 8 представлены гистограммы повторяемости среднемесячных значений ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии. Как следует из этого рисунка, повторяемость категорий значений ЕТ для этих пунктов следующая.

- “Очень холодно”: В Батуми, Кобулети, Хуло и Годердзи – соответственно 1.5, 4.3, 15.3 и 56.2 % случаев. В Кахетии повторяемость этой категории меняется от 1.0 % в Кварели до 11.0 % случаев в Дедоплисцкаро.
- “Холодно”: В Аджарии повторяемость этой категории варьирует от 24% случаев в Батуми до 30.5 % случаев в Кобулети. В Кахетии повторяемость данной категории находится в пределах 27.2÷31.3 % случаев (Кварели÷ Телави соответственно).
- “Прохладно”: В Аджарии эта категория наблюдается от 14.7% (Годердзи) до 34.7% (Батуми) случаев. В Кахетии повторяемость указанной категории варьирует в небольших пределах, от 22.5% (Дедоплисцкаро) до 24.7% (Кварели) случаев.
- “Комфортно”: В Аджарии количество комфортных месяцев в Батуми, Кобулети и Хуло отмечается соответственно в 20.5, 19.5 и 24.0% случаев. В Годердзи этот показатель равен всего 0.2%. В Кахетии повторяемость комфортных месяцев варьирует от 12.5% (Дедоплисцкаро) до 17.7% (Сагареджо) случаев.
- “Тепло”: В Аджарии количество месяцев с этой категорией в Батуми, Кобулети и Хуло наблюдается в 13.0, 10.5 и 5.5% случаев соответственно. В Годердзи месяцев с указанной категорией не отмечается. В Кахетии диапазон повторяемости месяцев с данной категорией находится в пределах 8.2÷10.8% случаев (соответственно Кварели÷Дедоплисцкаро).
- “Жарко”: В Аджарии повторяемость указанной категории варьирует от 3.5% (Хуло) до 6.3% (Батуми) случаев. В Годердзи – 0%. В Кахетии наименьшая повторяемость данной категории в Сагареджо (9.7% случаев), наибольшая – в Кварели (19.0% случаев).
- “Очень жарко”: В Аджарии эта категория наблюдается лишь в Кобулети (0.2% случаев). В Кахетии наименьшая повторяемость указанной категории отмечается в Сагареджо (0.2% случаев), наибольшая – в Кварели (4.3 % случаев).



Внутригодовой ход среднемесячных значений ЕТ для всех исследуемых пунктов Аджарии и Кахетии с очень высокой достоверностью описывается полиномом пятой степени. На рис. 9 представлены соответствующие расчетные кривые этого хода, а в таб. 6 приведены значения коэффициентов соответствующего уравнения регрессии.

Коэффициенты уравнения регрессии внутригодового хода среднемесячных значений ЕТ в восьми пунктах Аджарии и Кахетии (X – номер месяца)

Пункт	$ET = a \cdot X^5 + b \cdot X^4 + c \cdot X^3 + d \cdot X^2 + e \cdot X + f$						R ²
	a	b	c	d	e	f	
Батуми	0.00124	-0.0255	0.0244	1.581	-4.097	5.32	0.999
Кобулет	0.00133	-0.0303	0.1168	0.855	-2.343	6.92	0.999
Хуло	-0.00016	0.0183	-0.4590	3.662	-6.309	2.00	0.998
Годердзи	-0.00026	0.0275	-0.6741	5.357	-9.404	-16.60	0.998
Телави	0.00127	-0.0215	-0.0806	2.262	-4.796	4.87	0.999
Дедорлисцкаро	0.00170	-0.0326	0.0046	2.111	-4.907	2.97	0.999
Кварели	0.00122	-0.0211	-0.0654	2.073	-4.272	6.83	0.999
Сагареджо	0.00120	-0.0197	-0.0907	2.226	-4.393	3.30	0.998

Наконец, сравним существующий термальный режим в некоторых местностях Аджарии и Кахетии с термальным режимом на этих и прилегающим к ним территориях около трех сотен лет назад, словесно описываемым Вахушти Багратионом в своем знаменитом труде “География Грузии” [80].

1. Чанети (Тчанети). Тянется по берегу Черного моря от Гонии до границы Трапезонда. “Климат по берегам моря жаркий, в горных частях благодатный. Зима бывает теплая, лето нестерпимое“ ([80], с. 191). Сравнение термального режима на описываемой территории (рис. 1) в прошлом с реальными на нынешнее время температурой воздуха и категориями значений ЕТ в Батуми, Кобулет и Хуло в целом показывает, что биоклиматическая ситуация здесь не особенно изменилась.
2. “А в Иору не впадает никакая река или речка до Сагареджо, и до того с Алазани тянется поле, и место это зимой теплое, травянистое, малоснежное, с дичью, птицею, приятной температурой воздуха, но летом жаркое, нездоровое, невыносимое” ([80], с. 104). Сравнение этого описания с температурой воздуха и категориями значений ЕТ в Сагареджо в настоящее время также указывает на довольно стабильное состояние биоклимата в этом регионе за последние три столетия.

Однако следует отметить, что в последние десятилетия в Мире, в том числе и в Грузии, наблюдаются процессы интенсивного потепления климата. В случае сохранения темпов этого потепления, в будущем биоклиматическая ситуация в различных регионах Грузии может существенно измениться, по крайней мере для отдельных месяцев и сезонов года. Поэтому вопросам прогнозирования различных элементов биоклимата (в том числе и ЕТ) на несколько десятилетий вперед нами будет уделено особое внимание.

Заключение

В Батуми, Кобулет, Телави, Дедоплисцкаро, Кварели и Сагареджо термальный режим атмосферы круглый год благоприятен для так называемого “среднего туриста”. В Хуло и Годердзи не все месяцы холодного полугодия благоприятны для массового туризма и здесь в указанный сезон года следует развивать специализированные виды туризма (гастрономический, горнолыжный, экстремальный и др.).

В указанных районах исследования в течение последних трех столетий отмечается довольно стабильное состояние биоклиматических условий. Однако, в связи с наблюдаемым в Мире в последние десятилетия процесса интенсивного потепления климата, вопросам прогнозирования различных элементов биоклимата в Грузии (в том числе и ЕТ) на несколько десятилетий вперед будет уделено особое внимание.

Литература

1. Amiranashvili A., Bliadze T., Chikhladze V. Photochemical smog in Tbilisi. Monograph, Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, vol. 63, Tb., 2012, 160 p., (in Georgian).
2. Amiranashvili A., Khurodze T., Shavishvili P., Beriashvili R., Iremashvili I. Dynamics of the Mortality of the Population of Tbilisi City and its Connection with the Surface Ozone Concentration. Journ. Of Georgian Geophysical Soc., Iss. (B), Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, vol.16 b, Tbilisi, 2013, pp. 31-38.
3. Amiranashvili A.G. Increasing Public Awareness of Different Types of Geophysical Catastrophes, Possibilities of Their Initiation as a Result of Terrorist Activity, Methods of Protection and Fight with Their Negative Consequences. Engaging the Public to Fight Consequences of Terrorism and Disasters. NATO Science for Peace and Security Series E: Human and Societal Dynamics, vol. 120. IOS Press, Amsterdam•Berlin•Tokyo•Washington, DC, ISSN 1874-6276, 2015, pp. 155-164. <http://www.nato.int/science>; <http://www.springer.com>; <http://www.iospress.nl>
4. Vasin V.A., Yefimenko N.V., Granberg I.G., Povolotskaya N.P., Golitsyn G.S., Ginzburg A.S., Mkrtchyan R.I., Zherlitsina L.I., Kortunova Z.V., Maksimenkov L.O., Pogarskiy F.A., Savinykh V.V., Senik I.A., Sklyar A.P., Rubinshteyn K.G. Nekotoryye osobennosti izucheniya svyazi serdechno-sosudistyykh zabolevaniy s ekologicheskimi i meteorologicheskimi faktorami na nizkogornyykh kurortakh Rossii. Vrach skoroy pomoshchi, ISSN: 2074-742X, № 5, 2009, pp. 61-62, (in Russian).
5. Lagidze L., Matchavariani L., Tsivtsivadze N., Khidasheli N., Paichadze N., Motsonelidze N., Vakhtangishvili M. Medical Aspects of Atmosphere Pollution in Tbilisi, Georgia. Journal of Environmental Biology, Vol.36, Special Issue, 2015, pp. 101-106.
6. Kalkstein L.S. Biometeorology – looking at the links between weather, climate and health. WMO. Bulletin 2, 2001, v. 50, pp. 1–6.
7. Golitsyn G.S., Granberg I.G., Efimenko N.P., Povolotzkaya N.P. Atmosphere and Health. Zemlya i vseennaya, ISSN: 0044-3948, № 3, 2009, pp. 27-36, (in Russian).
8. Povolotskaya N.P., Trubina M.A., Engelgardt L.T. A.L. Chizhevsky – Founder of Cosmic Ecology. International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia, 21-22 September, 2018, pp. 25-29.
9. Mc Michael A.J., Woodruff R.E., Hales S. Climate Change and Human Health: Present and Future Risks. Lancet, 367, 2006, pp. 859-868.
10. Amiranashvili A., Chikhladze V., Kartvelishvili L., Khazaradze K. Expected Change of the Extremal Air Temperature and its Influence on the Mortality (Based on the Example to Tbilisi City), International Cooperation Network for East European and Central Asian Countries: EECA Conference – October 7-8, 2010, Yerevan, Armenia, <http://be.sci.am/>.
11. Perevedentsev Yu.P., Zandi Rahman, Aukhadeev T.R., Shantalinskii K.M. Assessment of Climate Influence on a Man in Droughty Conditions of Southwest Iran. Vestnik Udmurtskogo Universiteta, Biologia. Nauki o Zemle, T. 25, Vip. 1, 2015, pp.104-113, (in Russian).
12. Amiranashvili A.G., Gogua R.A., Matiashvili T.G., Kirkitadze D.D., Nodia A.G., Khazaradze K.R., Kharchilava J.F., Khurodze T.V., Chikhladze V.A. The Estimation of the Risk of Some Astro-Meteo-Geophysical Factors for the Health of the Population of the City of Tbilisi. Int. Conference “Near-Earth Astronomy 2007” Abstract, Terskol, Russia, 3-7 September 2007, p. 86.
13. Davis R.E., Gregor G.R., Enfield K.B. Humidity: A review and primer on atmospheric moisture and human health. Environmental Research, v. 144, Part A, January 2016, pp. 106-116.
14. Shaposhnikov D., Revich B., Gurfinkel Yu., Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and brain stroke in Moscow, Russia. Int. J. of Biometeorology, v. 58, iss. 5, 2014, pp. 799–808.

15. Azcárate T., Mendoza B., Levi J.R. Influence of geomagnetic activity and atmospheric pressure on human arterial pressure during the solar cycle 24. *Advances in Space Research*, v. 58, iss. 10, 2016, pp. 2116-2125.
16. Palmer S., Rycroft M., Cermack M. Solar and geomagnetic activity, extremely low frequency magnetic and electric fields and human health at the Earth's surface. *Surv. Geophys.*, v. 27, 2006, pp. 557–595. doi:10.1007/s10712-006-9010-7
17. Caswell J.M., Carniello T.N., Murugan N.J. Annual incidence of mortality related to hypertensive disease in Canada and associations with heliophysical parameters. *Int. J. Biometeorol.*, v. 60, 2015, pp. 9–20. doi:10.1007/s00484-015-1000-3
18. Zenchenko T.A., Dimitrova S., Stoilova I., Breus T.K. Individual responses of arterial pressure to geomagnetic activity in practically healthy subjects. *Klin. Med.*, v. 87(4), 2009, pp.18–24.
19. Amiranashvili A.G., Bakradze T. S., Berianidze N.T., Japaridze N.D., Khazaradze K.R. Effect of Mean Annual Changeability of Air Temperature, Surface Ozone Concentration and Galactic Cosmic Rays Intensity on the Mortality of Tbilisi City Population. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, ISSN: 1512-1127, v.19B, Tbilisi, 2016, pp. 135-143.
20. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Kartvelishvili L.G., Khazaradze K.R., Matzarakis A., Povolotskaya N.P., Senik I.A. Tourism Climate Index of in the Some Regions of Georgia And North Caucasus. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, ISSN: 1512-1127, v. 20B, 2017, pp. 43–64.
21. Slepikh V.V., Povolotskaya N.P., Korshunova Z.V., Terre N.I., Fedorov V.A. Ionization background of the trees and plants of Kislovodsk park. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy-fizicheskoy kul'tury*, ISSN: 0042-8787, eISSN: 2309-1355, N 3, 2006, pp. 37-39, (in Russian).
22. Masikevich, A., Kolotilo, M., Yaremchuk, V. Estimation of the State of Atmospheric Air in the Functional Zones of the National Nature Park "Vyzhnytsky". *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 26 (1302), 2, 2018, pp. 78-82, (in Ukrainian), doi:10.20998/2413-4295.2018.26.36.
23. Amiranashvili A., Matiashvili T., Nodia A., Nodia Kh., Kharchilava J., Khunjua A., Khurodze T., Chikhladze V. Air Electrical Conductivity Changeability as the Factor of Atmosphere Purity. *Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics*, ISSN 1512-1135, v. 60, Tb., 2008, pp. 186 – 194, (in Russian).
24. Amiranashvili A., Bliadze T., Melikadze G., Tarkhan-Mouravi I., Chikhladze V. Content of Light Aeroions as Factor of the Air Purity of Some Health Resorts of Georgia. *Modern Problems of Using of Health Resort Resources, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010*, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, pp. 145-151, (in Russian).
25. Kudrinskaya T. V., Kupovykh G. V., Redin A. A. Studying the Ionization of Atmospheric Surface Layer in Different Geophysical Conditions. *Russian Meteorology and Hydrology*, April 2018, Vol. 43, Issue 4, pp. 258–263.
26. Amiranashvili A. G. Boleslovas Styra. 105 Years from the Birthday. His Role in the Formation, Development and Modern Evolution of Nuclear Meteorology in Georgia. *Journal of the Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, ISSN: 1512-1127, v. 20B, 2017, pp.73-87.
27. Hori A., Hashizume M., Tsuda Y., Tsukahara T., Nomiya T. Effects of weather variability and air pollutants on emergency admissions for cardiovascular and cerebrovascular diseases. *Int. J. Environ Health Res.*, v. 22(5), 2012, pp.416–430. doi:10.1080/09603123.2011.650155
28. Amiranashvili A., Chikhladze V., Bliadze T. Contemporary State of a Question About the Spatial-Temporary Distribution of Photochemical Smog and Ozone. *Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics*, v. LXI, ISSN 1512-1135, Tb., 2009, pp. 179-186, (in Russian).

29. Amiranashvili A., Chikhladze V., Bliadze T. Contemporary State of a Question About the Action of Photochemical Smog and Surface Ozone on Human Health. *Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics*, v. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, pp. 177-188, (in Russian).
30. Tkachuk S.V. The Indexes of Weather Comfort Conditions Review and their Relation to Mortality. *Proceedings of Hydrometcentre of Russia*, Vol. 347, 2012, pp. 223–245, (in Russian).
31. Ruuhela R., Jylha K., Lanki T., Tiittanen P., Matzarakis A. Biometeorological Assessment of Mortality Related to Extreme Temperatures in Helsinki Region, Finland, 1972-2014. *Int. Journ. Of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, iss. 8., 2017, 19 p.
32. Muthers S., Laschewski G., Matzarakis A. The Summers 2003 and 2015 in South-West Germany: Heat Waves and Heat-Related Mortality in the Context of Climate Change. *Atmosphere*, November 2017, 13 p., DOI: 10.3390/atmos8110224, <https://www.researchgate.net/publication/321085363>
33. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Kartvelishvili L.G., Khazaradze K.R., Khazaradze R.R. Effects of Variations of the Monthly Mean Air Temperature on the Population Health of Imereti Region of Georgia. *International Scientific Conference „Modern Problems of Ecology“*, Proceedings, ISSN 1512-1976, v. 6, Kutaisi, Georgia, 21-22 September, 2018, pp. 38-41.
34. Steadman R.G. Norms of Apparent Temperature in Australia. *Aust. Met. Mag.*, Vol. 43, 1994, pp. 1-16.
35. Landsberg H.E. The Assessment of Human Bioclimate. A Limited Review of Physical Parameters. *Technical Note No 123, WMO, No 331*, 1972, 37 p.
36. BSR/ASHRAE Standard 55P, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy 2/24/03 Most Current Draft Standard, 2003, 50 p.
37. Tkachuk S.V. Comparative Analysis of Bioclimatic Indexes for Prediction Using a Mesoscale Model. *Uchenie Zapiski Rossiiskogo Gosudarstvennogo Gidrometeorologicheskogo Universiteta*, No 20, 2011, pp. 109-118, (in Russian), http://weatherlab.ru/sites/default/files/library/Sravn_ind.pdf
38. Freitas C. R., Grigorieva E. A. A Comprehensive Catalogue and Classification of Human Thermal Climate Indices. *Int. J. Biometeorol*, 59, 2015, pp. 109–120, DOI 10.1007/s00484-014-0819-3
39. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Kartvelishvili L., Nodia Kh., Khurodze T. Influence of Air Effective Temperature and Geomagnetic Storms on the Population of Tbilisi City. *Trans. of the Institute of Hydrometeorology*, v. No 115, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 2008, pp. 434 – 437, (in Russian).
40. Amiranashvili A., Mirianashvili K., Fedorova N., Levit V., Fabiana Medeiros Carnaúba, Aliton Oliveira da Silva. Comparative analysis of air equivalent effective temperature in some cities of Georgia and Brazil, *Proc. of Int. Conf. “Environment and Global Warming”*, Dedicated to the 100th Birthday Anniversary of Academician F. Davitaya, *Collected Papers New Series, N 3(82)*, ISSN 2333-3347, Tbilisi, 2011, pp. 105-110.
41. Amiranashvili A., Danelia R., Mirianashvili K., Nodia A., Khazaradze K., Khurodze T., Chikhladze V. On the Applicability of the Scale of Air Equivalent-Effective Temperature in the Conditions of Tbilisi City. *Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics*, v. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, pp. 216-220, (in Russian).
42. Farajzadeh H., Saligheh M., Alijani B., Matzarakis A. Comparison of selected thermal indices in the northwest of Iran. *Natural Environment Change*, v. 1, N 1, 2015, pp. 61- 80.
43. Mihăilă D., Piticar A., Briciu A. E., Bistricean P. I., Lazurca L. G., Puțunică A. Changes in bioclimatic indices in the Republic of Moldova (1960–2012): consequences for tourism. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 77, 2018, pp. 521–548. doi: 10.21138/bage.2550
44. Dalinkevičiūtė S., Kažys J. Klimatinės paplūdimių turizmo sąlygos Lietuvos jūros krante. *Geologija. Geografija*, T. 4, Nr. 1, 2018, pp. 1–14, (in Lithuanian), DOI: 10.6001/geol-geogr.v4i1.3719
45. Urban A., Kysely J. Comparison of UTCI with Other Thermal Indices in the Assessment of Heat and Cold Effects on Cardiovascular Mortality in the Czech Republic. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 11, 2014, pp. 952-967.

46. Shahraki F., Esmaelnejad M., Bostani M. K. Determining the Climate Calendar of Tourism in Sistan-Baluchestan Province, Iran. *Romanian Review of Regional Studies*, ISSN: 1841-1576, el ISSN: 2344-3707, vol. 10, Iss. 2, 2014, pp. 87-94.
47. Roshan G., Yousefi R., Kovács A., Matzarakis A. A Comprehensive Analysis of Physiologically Equivalent Temperature Changes of Iranian Selected Stations for the Last Half Century. *Theor. Appl. Climatol.*, ISSN: 0177-798X, eISSN 1434-4483, 2016, <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1950-3>
48. Mohammadi B., Gholizadeh M. H., Alijani B. Spatial Distribution of Thermal Stresses in Iran Based on PET and UTCI Indices. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(5), 2018, pp. 5423-5445.
49. Zare S., Hasheminejad N., Shirvan H.E., Hemmatjo R., Sarebanzadeh K., Ahmadi S. Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. *Weather and Climate Extremes*, 19, 2018, pp. 49-57.
50. Amiranashvili A.G., Cornélissen G., Amiranashvili V., Gheonjian L., Chikhladze V.A., Gogua R.A., Matiashvili T.G., Paatashvili T., Kopytenko Yu.A., Siegelova J., Dusek J., Halberg F. Circannual and circadecennial stages in mortality from cardiovascular causes in Tbilisi, Republic of Georgia (1980-1992). *Scriptamedica (Brno)*, 75, 2002, pp. 255-260.
51. Khazaradze K. R. Comparative Analysis of Mean-Daily Value of Air Equivalent-Effective Temperature in Tbilisi and Kojori. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, v. 20B, 2017, pp. 65–72.
52. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A. Saakashvili N.M., Tabidze M.Sh., Tarkhan-Mouravi I.D. Bioclimatic Characteristics of Recreational Zones – Important Component of the Passport of the Health Resort – Tourist Potential of Georgia, Pressing Problems in Hydrometeorology and Ecology, Papers of the Int. Conf. Dedicated to the 90th Anniversary of Academician G. Svanidze, September 27-29, Tbilisi, 2011, Trans. Of the Institute of Hydrometeorology at the Georgian Technical University, vol. 117, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 2011, pp. 89-92.
53. Amiranashvili A.G., Japaridze N.D., Khazaradze K.R. On the Connection of Monthly Mean of Some Simple Thermal Indices and Tourism Climate Index with the Mortality of the Population of Tbilisi City Apropos of Cardiovascular Diseases. *Journal of the Georgian Geophysical Society, Physics of Solid Earth, Atmosphere, Ocean and Space Plasma*, ISSN: 1512-1127, v. 21(1), 2018, pp.48-62
54. Sheleykhovski G.V. *Mikroklimat yuzhnykh gorodov*, M., 1948, 118 s.
55. Houghton F.C., Yagloglou C.P. Determination of the Comfort Zone. *ASHVE, Transactions*, 29, 1923, 361.
56. Missenard F.A. Température effective d'une Atmosphere Généralisation Températurerés ultante d'un Milieu. *Encyclopédie in dustrielleet Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation*. Librerie de l'Enseignement Technique, Paris, 1933, 131-18.
57. Houghton F.C., Vagloglou C.P. Determining Lines of Equal Comfort. *J. Amer. Soc. Heat. And Ventilating Engineers*, Vol. 29, 1923, pp. 165-176.
58. Missenard A. *L' Homme et le Climat*, Paris, 1937, 186 p.
59. Auer I., Bogner M., Hammer N., Koch E., Rudel E., Svabik O., Vielhaber C.H. *Das Bioklima von Gmunden*, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wie, 1990.
60. Masterson J., Richardson F.A. *Humidex: a Method of Quantifying Human Discomfort Due to Excessive Heat and Humidity*. Environment Canada, Downsview, Ontari, 1979.
61. Dufton A.F. *Equivalent Temperature and its Measurement*, B R Technical Paper 13, HMSO, 1932.
62. Dufton, A.F. The use of Kata Termometers for the Measurement of Equivalent Temperature. *J. Hygiene, Camb.*, 1933, 33:349.

63. Bedford T. Equivalent Temperature, What it is, how it's Measured. Heating, Piping, Air conditioning, 1951.
64. Yaglou C.P., Minard D. Control of Heat Casualties at Military Training Centers. Am MED Assoc Arch IND Health, 1957, 16:302–316.
65. Kyle W.J. The Human Bioclimate of Hong Kong. In: Proceedings of the Contemporary Climatology Conference, Brno, Brazdil R, Kolář M (Eds.), 345–50, Tisk Litera, Brno, 1994.
66. Becker F. Bioklimatische Reizstufen für eine Raumbeurteilung zur Erholung, Forschungs- und Sitzungsberichte der Akademie für Raumforschung und Landesplanung Hannover, 1972, 76:45–61.
67. Jahanbakhsh S. Assessment Environmental of human climate Tabriz and thermal requirements of building, geographic. Research Quarterly, No 48, 1998.
68. Farajzadeh H., Matzarakis A. Evaluation of thermal comfort conditions in Ourmieh Lake, Iran. Theoretical and Applied Climatology, V.107, Iss. 3–4, 2012, pp. 451–459.
69. Mieczkowski Z. The Tourism Climate Index: A Method for Evaluating World Climates for Tourism. The Canadian Geographer 29, 1985, pp. 220-233.
70. Matzarakis A., 2007. Climate, thermal comfort and tourism. Climate Change and Tourism- Assessment and Coping Strategies, 2007, pp.139-154.
71. Matzarakis A., Rutz F., Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. Int. J. Biometeorol., 54(2), 2010, pp. 131–139.
72. Matzarakis A., Dominik Fröhlich D., Stéphane Bermon S., Adami P.E. Quantifying Thermal Stress for Sport Events – The Case of the Olympic Games 2020 in Tokyo. Atmosphere, 9, 479, pp. 1-13, 2018; doi: 10.3390/atmos9120479; www.mdpi.com/journal/atmosphere.
73. Amiranashvili A., Chargazia Kh., Matzarakis A. Comparative Characteristics of the Tourism Climate Index in the South Caucasus Countries Capitals (Baku, Tbilisi, Yerevan). Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue (B). Physics of Atmosphere, Ocean, and Space Plasma, ISSN: 1512-1127, v.17b, 2014, pp. 14-25.
74. Amiranashvili A., Chargazia Kh., Chikhladze V., Japaridze N., Khazaradze K. The monthly variations in mortality from the cardiovascular diseases in Tbilisi. Georgian Medical News, N 5 (242), 2015, pp. 53-59.
75. Amiranashvili A., Chargazia Kh., Matzarakis A., Kartvelishvili L. Tourism Climate Index in the Coastal and Mountain Locality of Adjara, Georgia. International Scientific Conference “Sustainable Mountain Regions: Make Them Work”. Proceedings, Borovets, Bulgaria, ISBN 978-954-411-220-2, 14-16 May, 2015, pp. 238-244, <http://geography.bg/MountainRegions Sofia2015>.
76. Amiranashvili A. G., Japaridze N. D., Kartvelishvili L. G., Khazaradze R. R. Tourism Climate Index in Telavi (Eastern Georgia). The Questions of Health Resort Managing, Physioteraphy and Rehabilitation, International Collection of Scientific Articles, Vol. I, ISSN 2449-271X, Tbilisi, 2016, pp. 76-81.
77. Kobisheva N., Narovlianski G. Climatological processing of the meteorological information, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1978, 294 p., (in Russian).
78. Amiranashvili A., Matcharashvili T., Chelidze T. Climate Change in Georgia: Statistical and Nonlinear Dynamics Predictions, Journ. of Georgian Geophysical Soc., Iss. (A), Physics of Solid Earth, ISSN: 1512-1127, v. 15a, 2011-2012, pp. 67-87.
79. Amiranashvili A., Chargazia Kh., Trofimenko L. Dynamics of the thirty-year moving average values of the air temperature in Tbilisi and St.-Petersburg with 1851 to 2010 and their extrapolation to 2051-2080. International Conference “Applied Ecology: Problems, Innovations”, ICAE-2015. Proceedings, Tbilisi-Batumi, Georgia, ISBN 978-9941-0-7644-2, 7-10 May, 2015, Tbilisi, 2015, pp. 12-16, <http://icae-2015.tsu.ge/>
80. Tsarevich Vakhushiti. Geografia Gruzii. Tiflis, 1904, 289 p., <http://dspace.gela.org.ge/handle/123456789/3968> , (in Russian).

**ჰაერის საშუალო თვიური ეფექტური ტემპერატურის სტატისტიკური
მახასიათებლები მისენარდის მიხედვით აჭარის ავტონომიურ
რესპუბლიკასა და კახეთში (საქართველო)**

**ამირანაშვილი ა., ჯაფარიძე ნ., ქართველიშვილი ლ.,
მეგრელიძე ლ., ხაზარაძე ქ.**

რეზიუმე

წარმოდგენილია მისენარდის ფორმულის მიხედვით განსაზღვრული ჰაერის საშუალო ეფექტური ტემპერატურის (ET) სტატისტიკური ანალიზი ორი დიამეტრულად სხვადასხვა გეოგრაფიულ განედებზე მდებარე საქართველოს პუნქტებისათვის, როგორცაა აჭარა და კახეთის რეგიონი. კვლევის პერიოდად აღებულია 1961-2010 წ.წ. ეფექტური ტემპერატურის მნიშვნელობები იქნა განსაზღვრული აჭარის რეგიონის ოთხი პუნქტისათვის (ბათუმი, ქობულეთი, ხულო, გოდერძის გადასასვლელი) და კახეთის რეგიონის ოთხი პუნქტისათვის (თელავი, დედოფლისწყარო, ყვარელი, საგარეჯო). შესწავლილია (ET)-ს შიდაწლიური განაწილება, მისი განმეორებადობა, კატეგორიების მიხედვით, მოყვანილია დაწვრილებითი ინფორმაცია საშუალო თვიური მონაცემების და აგრეთვე მის ზედა და ქვედა დონეებზე 99 %-იანი საიმედოობის მიხედვით და სხვა. კვლევის შედეგები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას პრაქტიკაში საქართველოს ტერიტორიის ბიოკლიმატური დარაიონებისას, საკურორტო-ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებისას.

**Статистические характеристики среднемесячных значений
эффективной температуры воздуха по Миссенарду в Автономной
Республике Аджария и Кахетии (Грузия)**

**Амиранашвили А.Г., Джапаридзе Н.Д., Картвелишвили Л.Г.,
Мегрелидзе Л.Д., Хазарадзе К.Р.**

Реферат

Представлены результаты статистического анализа среднемесячных данных о значениях эффективной температуры воздуха по Миссенарду (ET) в двух диаметрально противоположно расположенных по широте географических районах Грузии: Автономной Республике Аджария (ниже – Аджария) и Кахетинском регионе (ниже – Кахетия). Период исследования – 1961-2010 гг. Значения ET рассчитывались по данным четырех метеорологических станций Аджарии (Батуми, Кобулети, Хуло, Годердзский перевал) и Кахетии (Телави, Дедоплисцкаро, Кварели, Сагареджо). Изучено внутригодовое распределение значений ET, получена их повторяемость по категориям ET, приведена подробная информация о категориях среднемесячных значений ET, а также их верхних и нижних уровнях 99% доверительного интервала и др. Результаты исследования могут найти практическое применение для биоклиматического районирования территории Грузии, развития курортно-туристической индустрии и др.

Statistical Characteristics of the Monthly Mean Values of Air Effective Temperature on Missenard in the Autonomous Republic of Adjara and Kakheti (Georgia)

**Amiranashvili A., Japaridze N., Kartvelishvili L.,
Megrelidze L., Khazaradze K.**

Abstract

Results of the statistical analysis of the mean monthly data about the values of air effective temperature on Missenard (ET) in two diametrically opposite located on the latitude geographical regions of Georgia: autonomous republic of Adjara (below Adjara) and Kakheti region (below Kakheti) are represented. The period of a study: 1961-2010. Values of ET expected according to the data of four meteorological stations of Adjara (Batumi, Kobuleti, Khulo, Goderdzi crossing) and Kakheti (Telavi, Dedoplistskaro, Kvareli, Sagarejo). The intra-annual distribution of values of ET is studied, their repetition on the categories of ET is obtained, detailed information about the categories of mean monthly values of ET, and also their upper and lower levels 99% of confidence interval is given, etc. The results of a study can find practical application for the bioclimatic division into districts of the territory of Georgia, development of health resort- tourist industry, etc.