МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОБРАЗОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

**Сборник статей
V Международной конференции**

*26–28 октября 2020 г.
г. Томск, Россия*

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

всего, зависят от изученности тех или иных территорий. Ожидаемо нахождение большого числа новых таксонов из Сахели (юг Мавритании и Алжира, а также Нигера, Мали, Судана, Сомали), однако эта зона остается малодоступной из-за неспокойной ситуации в данных странах. Малоизученной остается и Конго, несмотря на довольно большой материал, хранящийся в Королевском музее Центральной Африки и ряд современных сборов. Мало материалов известно из высоких нагорий Эфиопии, гор Рувензори в Уганде, откуда тоже ожидаемы новые находки.

Для изучения филогении группы необходимо проведение молекулярно-генетических исследований всех таксонов родовой группы семейства, в том числе и сестринского семейства *Metarbelidae*, очень богатого на африканском континенте.

Кроме исследований в области систематики и фаунистики весьма важным является изучение биологии *Cossidae*, трофических связей, возможности повреждать возовные сельскохозяйственные культуры неафриканского происхождения.

Исследования были поддержаны грантом РФФИ № 18-04-00440.

Литература

1. Mey W. A taxonomic and faunistic study of the *Cossidae* of southwestern Africa (Lepidoptera: Cossioidea) // *Annals of the Ditsong National Museum of Natural History*. 2016. Vol. 6. P. 146–198.

2. Yakovlev R.V. Patterns of Geographical Distribution of Carpenter Moths (Lepidoptera: *Cossidae*) in the Old World // *Contemporary Problems of Ecology*. 2015. Vol. 8 (1). P. 36–50.

УДК 551.586*59.087*632.7

DOI: 10.17223/978-5-94621-931-0-2020-48

ПРИМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ «СУММА АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР» И «СУММА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АРЕАЛОВ НАСЕКОМЫХ

Ясюкевич В.В., Попов И.О.

*Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля,
Москва, Россия*

v1959@yandex.ru, igor_o_popov@mail.ru

Аннотация. Дается определение применяемых климатических индексов «сумма активных температур» (САТ) и «сумма эффективных температур» (СЭТ), анализ применимости и ошибок в интерпретации приложения.

Ключевые слова: Сумма активных температур, сумма эффективных температур, американская белая бабочка.

APPLICATION OF CLIMATE INDICES "SUM OF ACTIVE TEMPERATURES" AND "SUM OF EFFECTIVE TEMPERATURES" FOR MODELING INSECT AREAS

Yasjukevich V.V., Popov I.O.

*Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia
v1959@yandex.ru, igor_o_popov@mail.ru*

Abstract. The definition of the applied climate indices "sum of active temperatures " (SAT) and "sum of effective temperatures " (set), the analysis of applicability and errors in the interpretation of the application is given.

Keywords: Sum of active temperatures, sum of effective temperatures, American white butterfly.

Одним из наиболее важных и всеобъемлющим по своему действию климатических факторов является температура окружающей среды. Действие других факторов (осадки, влажность среды обитания и др.), сочетается с действием температуры.

Особенно существенно от температуры среды зависят организмы, не обладающие способностью поддерживать постоянную температуру внутренней среды – пойкилотермные организмы. К ним относятся возбудители болезней (вирусы, бактерии, простейшие) и членистоногие, многие из которых являются переносчиками возбудителей болезней и опасными вредителями сельского и лесного хозяйства

Для математического моделирования климатических ареалов различных организмов, в том числе возбудителей болезней и их переносчиков, используются прикладные климатические индексы: среднемесячная температура января и июля (самый холодный и теплый месяцы года), среднегодовая температура, годовая сумма осадков. Далеко не последнее место в этом перечне занимают суммы активных и эффективных температур. Сущность этих понятий ясна из определений и схематического рисунка (рис. 1).

Сумма активных температур (САТ) – сумма за выбранный период времени *средних суточных значений* температуры воздуха или почвы, превышающих заданное пороговое значение. Численно равна площади под кривой, обозначенной серым цветом.

Сумма эффективных температур (СЭТ) – сумма за выбранный период времени *превышений средними суточными значениями*

температуры воздуха или почвы заданного порогового значения. Численно равна площади под кривой, обозначенной серым цветом.

Рис. 1. Сумма активных (А) и эффективных (Б) температур.
 T_0 – пороговое значение температуры

В нашей многолетней практике мы также использовали эти климатические индексы для моделирования иксодовых клещей – переносчиков возбудителей болезней человека [1], лесных [2] и сельскохозяйственных [3] вредителей. При анализе литературных источников в ходе подготовки и выполнения этих и ряда других наших работ мы многократно сталкивались с тем, что авторы используемых (цитируемых) публикаций не различают понятия «сумма активных температур» и «сумма эффективных температур», подменяя одно другим или смешивая их.

Мы предприняли попытку математического моделирования ареала американской белой бабочки (*Hyphantria cunea* Drury 1770, Arctiidae, Lepidoptera) (АББ), являющейся важным сельскохозяйственным вредителем, в первую очередь шелковицы. Выбор климатических предикторов основывался на ряде литературных источников, в том числе и работах А.Х. Саулич [4–6]. В частности, этот автор пришел к выводу,

что для развития одного поколения нужна СЭТ 800–1000°C. На территории бывшего СССР АББ развивается в двух поколениях (бивольтинна). Поэтому нами была выбрана в качестве основного предиктора $СЭТ \geq 2000^\circ\text{C}$ при пороговом значении 10°C

Полученный результат показал, что АББ на территории Европейской части СССР существовать не может. Условия для ее развития в двух поколениях есть только в республиках Средней Азии и юге Казахстана (рис. 2, штриховка). Это противоречит многочисленным фактическим данным о ее распространении на территории Европейской части СССР. При замене предиктора СЭТ на САТ (рис. 2, светло-серое поле) модельные данные совпадают с данными о фактическом и прогнозируемом распространении АББ [7, 8].

Рис. 2. Расположение зон с суммой активных (1) и эффективных (2) температур $\geq 2000^\circ\text{C}$ при пороговом значении 10°C ; 0 – сумма активных температур $< 2000^\circ\text{C}$

По мнению И.А. Чураева [7], она может продвинуться к северу по линии Ленинград $59^\circ 56'$ – Вологда $59^\circ 13'$ – Пермь $58^\circ 01'$ – Курган $55^\circ 28'$ – Каракалинск $49^\circ 24'$ – Зайсан $47^\circ 28'$ с.ш. Согласно «Инструкции по борьбе с американской белой бабочкой» [8] ее распространение ограничивается линией Вильнюс $54^\circ 41'$ – Смоленск $54^\circ 46'$ – Нижний Новгород $56^\circ 19'$ – Ижевск $56^\circ 49'$ – Екатеринбург $56^\circ 49'$ – Новосибирск $55^\circ 0'$ – Хабаровск $48^\circ 30'$ с.ш.

Источник этой и других ошибок в том, что неверно трактуются данные, приводимые в Агроклиматическом атласе [9]. В этой книге карты названы (дословно) «Суммы температур воздуха за период с

температурой выше 10°C», без указания активные или эффективные это температуры. Как мы показали выше, между значениями САТ и СЭТ существует значительная разница. Неточность формулировки приводит к тому, что авторы ошибочно полагают, что в этом издании приведен расчет суммы эффективных температур. Для сравнения, в более позднем интерактивном Агроатласе [10] недвусмысленно указано, что на картах показаны суммы активных температур при пороговых значениях $\geq 0 \div 20^\circ\text{C}$ с шагом пороговой температуры 5°C .

Литература

1. Ясюкевич В.В., Попов И.О., Титкина С.Н., Ясюкевич Н.В. Уязвимость субъектов российской федерации в отношении распространения основных переносчиков иксодовых клещевых боррелиозов и клещевого энцефалита в условиях предполагаемого изменения климата // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. Т. 29, № 4. С. 8–28.
2. Ясюкевич В.В., Титкина С.Н., Попов И.О., Ясюкевич Н.В. Оценки региональной уязвимости лесного хозяйства субъектов Российской Федерации под влиянием ожидаемого в XXI веке изменения климата в отношении непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки (*Lymantria dispar* L. и *Lymantria monacha* L., Erebidae, Lepidoptera) // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2019. Т. 30, № 1–2. С. 15–32.
3. Попова Е.Н., Семенов С.М., Попов И.О. Оценка возможного расширения климатического ареала итальянского пруса в России в XXI в. в условиях прогнозируемого изменения климата // Метеорология и гидрология. 2016. № 7. С. 82–88.
4. Саулич А.Х. Значение абиотических факторов при формировании вторичных ареалов адвентивных видов насекомых // Энтомологическое обозрение. 1994. Т. 73, № 3. С. 591–605.
5. Саулич А.Х. Экспериментальный анализ сезонного развития насекомых и возможности их расселения. С.-Пб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1999. 248 с.
6. Саулич А.Х., Волкович Т.А. Экология фотопериодизма насекомых. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004. 276 с.
7. Чураев И.А. Американская белая бабочка. М.: Сельхозиздат, 1962. 103 с.
8. Инструкция по борьбе с американской белой бабочкой. М.: Агропромиздат, 1985. 16 с.
9. Агроклиматический атлас мира / под ред. И.А. Гольцберг. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 184 с.
10. Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.). Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. 2008. [DVD-версия]. <http://www.agroatlas.ru>