

УДК 614.1

## ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РФ)

© 2013 Е.Ю. Кулагина, А.Н. Краснощёков

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 30.04.2013

В статье рассмотрены принципы определения биоклиматической комфортности с применением современных геоинформационных технологий. Апробация данной методики проводилась на примере территории Центрального федерального округа РФ.

Ключевые слова: биоклимат, комфортность, ГИС-технологии

От уровня комфортности того или иного региона в значительной мере зависит характер его освоения и заселения, сохранение здоровья населения, обеспечение нормальных условий труда, быта и отдыха [1]. В климатологии комфортность территории понимается как один из средообразующих факторов, формирующий эколого-климатический и природно-ресурсный потенциал, обеспечивающий жизнедеятельность населения [2]. Метеорологическим компонентом, обеспечивающим комфортное существование человека и его здоровье, является биоклимат. Именно поэтому в настоящей работе проводится оценка комфортности территории Центрального федерального округа (ЦФО) на основе анализа биоклиматических условий.

Исходными данными для определения биоклиматических параметров послужили данные наблюдений на метеорологических станциях, расположенных как на территории ЦФО, так и в приграничных областях. Расчет биоклиматических индексов проводился с помощью ГИС ArcView и ГИС ArcGIS [3]. Основой для комплексного районирования региона по общей комфортности биоклиматических условий являлись созданные карты, отражающие пространственное распределение биоклиматических параметров, поэтому для определения комфортности условий на основе пространственного распределения биоклиматических показателей нами разработаны методика и алгоритм по определению биоклиматической комфортности территории.

**Результаты и их обсуждения.** Принципы определения биоклиматической комфортности

*Кулагина Екатерина Юрьевна, эколог кафедры экологии. E-mail: kyalaginaek@mail.ru*

*Краснощёков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: kan\_alex2000@mail.ru*

основаны на реализации алгоритма, представленного на рис. 1. В интегральный показатель биоклиматической комфортности включены такие показатели как: эффективная температура (ЕТ), эквивалентно-эффективная температура (ЕЕТ), количественный критерий климатического комфорта (Н), биологически активная температура (БАТ), индекс патогенности метеорологической ситуации (I).

С целью приведения показателей факторов к безразмерному виду на первом этапе исследования авторами была разработана шкала уровней комфортности биоклиматических показателей с учетом общепринятой градации [4, 5]. Для этого путем шкалирования существующая градация показателей была разбита на 5 классов, каждый из которых соответствует разному уровню комфортности (рис. 2). Для удобства восприятия и наглядности представления данных используется метод столбчатых диаграмм. Принцип построения диаграммы заключался в представлении биоклиматических показателей в виде столбцов, каждый из которых отображает величину отдельного уровня. Все исследуемые биоклиматические параметры расположены на одной оси, несмотря на то, что имеют разные единицы измерения, так как это допускается правилами построения столбчатых диаграмм (Герчук Я.П., 1968). Также соблюдается масштабность по отношению к высоте секторов, выражающих уровень комфортности. Для наглядности и удобства восприятия каждому из секторов уровня комфортности соответствует свой цвет.

Градация всех биоклиматических параметров была приведена к 5-балльной оценке следующим образом:

*Индекс патогенности погоды (I):* в интервале значений от 10 до 24 баллов, который в общепринятой классификации соответствует

раздражающей погоде, были выделены интервалы от 10 до 17 баллов как средний уровень комфортности и от 17 до 24 баллов как умеренная комфортность. Значения индекса патогенности

более 25 баллов (острая погода по существующей шкале) в данном исследовании подразделяется на низкую комфортность (от 24 до 31 балла) и более 31 балла – некомфортные условия.

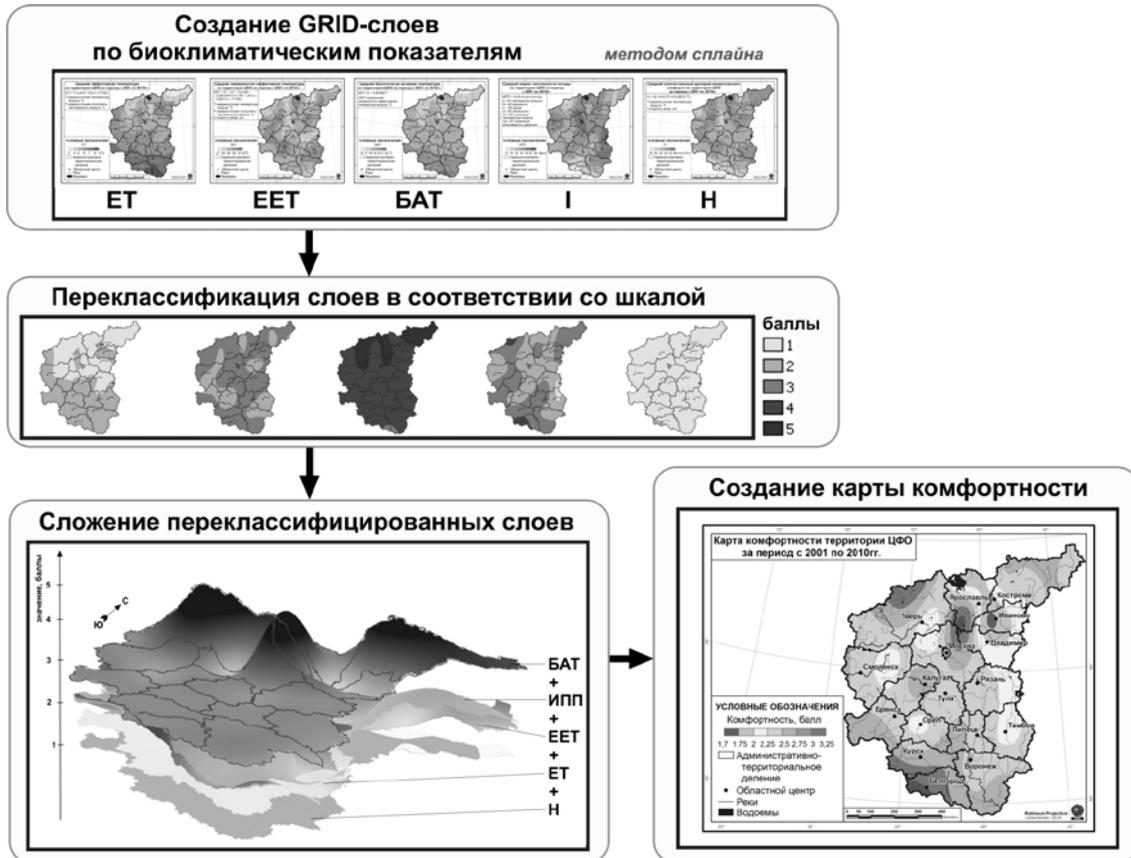


Рис. 1. Алгоритм определения биоклиматической комфортности

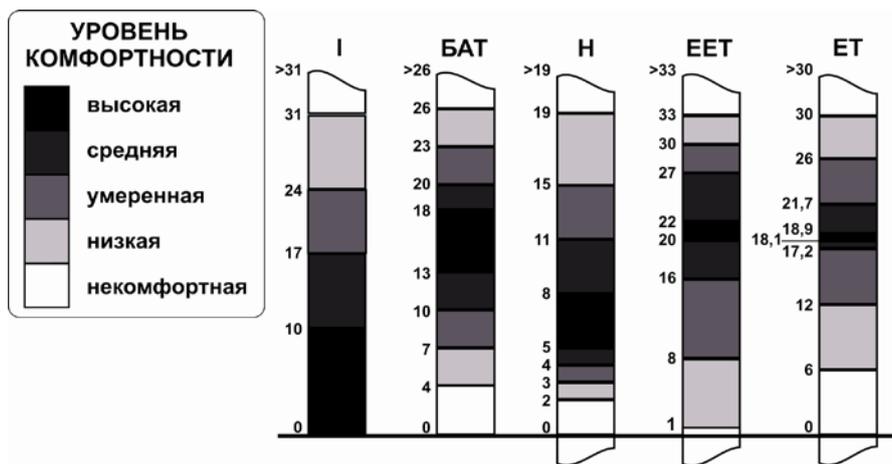


Рис. 2. Шкала комфортности биоклиматических условий

Биологически активная температура (БАТ): границами комфортных условий, установленными по шкале биологически активной температуры (Хромов С.П., 1974), являются значения в пределах от 10 до 20°C. В пределах этого интервала были выделены уровень средней (от 10 до 13 и от 18 до 20°C) и высокой комфортности (от 13 до 18°C). Значения выше 20 или ниже

10°C расцениваются как в разной степени дискомфортные. Интервал значений от 0 до 4 и более 26°C оцениваются как некомфортные; от 4 до 7 и от 23 до 26°C низкая комфортность; от 7 до 10 и от 20 до 23°C умеренная комфортность.

Количественный критерий климатического комфорта (H): принятые границы комфорта по данному биоклиматическому параметру

соответствуют значения от 5 до 8 мкал/(см<sup>2</sup>·с). В данной работе эти значения определяются как высокий уровень комфортности. Остальная шкала была разбита в соответствии с существующей градацией следующим образом: значения от 0 до 2 и от 19 и более определяют некомфортные условия, от 2 до 3 и от 15 до 19 мкал/(см<sup>2</sup>·с) – низкий уровень комфортности; от 3 до 4 и от 11 до 15 – умеренная комфортность; от 4 до 5 и от 8 до 11 – средний уровень комфорта.

**Эквивалентно-эффективная температура (EET):** в отечественных исследованиях (Б.А. Айзенштат) степень комфортности принята равной от 17,3°C до 21,7°C. В предлагаемой методике выделяется по два интервала значений для каждого из уровней комфортности: при значениях EET менее 1°C и более 33°C условия характеризуются как некомфортные; низкая комфортность характеризуется значениями от 1 до 8°C и от 30 до 33°C. При значениях EET от 8 до 16 и от 27 до 30°C условия могут быть охарактеризованы как комфортные, среднему уровню комфортности соответствуют значения показателя в пределах от 16 до 20 и от 22 до 27°C. Наиболее комфортные условия (высокий уровень комфортности) характеризуются значениями EET от 20 до 22°C.

**Эффективная температура (ET):** границы комфорта по данному биоклиматическому параметру изменяются от 17,2 до 21,7°C. В этом интервале комфортности предлагается выделить два уровня комфортности: средний уровень (от 17,2 до 18,1°C и от 18,9 до 21,7°C) и высокий уровень комфортности (от 18,1 до 18,9°C). При значениях эффективной температуры менее 6 и более 30 условия оцениваются как некомфортные.

На втором этапе исследования проводилась оценка биоклиматической комфортности с помощью дополнительного модуля Spatial Analyst в геоинформационной системе ArcGIS 9.3. С использованием данного модуля создавались GRID-слои по каждому из биоклиматических показателей, представляющих собой растровую поверхность, и производилась их переклассификация. Значения из переклассифицированных GRID-слоев извлекались в точечный сеточный слой, содержащий пространственные элементы в виде точек, расположенных в центре каждой элементарной ячейки GRID-слоя. В соответствии с предложенной шкалой, созданные GRID-слои по биоклиматическим параметрам были переклассифицированы, а затем сложены с помощью ArcGIS 9.3. В результате переклассификации в атрибутивной таблице каждого биоклиматического слоя были получены баллы биоклиматического комфорта (от 1 до 5). Сложение карт начиналось с создания пустого точечного

слоя в виде сетки. Затем из растровых слоев по каждому из биоклиматических параметров извлекались значения (баллы) в созданный точечный слой. Таким образом, создан слой, в атрибутивной таблице которого содержались баллы биоклиматической комфортности по каждому из показателей. С помощью приложения ArcScene произведена интерполяция по очереди все биоклиматических показателей, в результате чего смоделирована трехмерная карта исследуемой территории. Для определения общей биоклиматической комфортности в атрибутивную таблицу было добавлено новое поле «Komfort». Общая биоклиматическая комфортность вычислялась путем определения среднего значения из всех балльных значений слоя. Путем интерполяции слоя в растр методом «Сплайн» (тип сплайна «регуляризованный», вес 0,1°, размер выходной ячейки составлял 0,01°), была получена интегральная карта биоклиматической комфортности.

Согласно полученным результатам, биоклиматическая комфортность на территории ЦФО варьирует в пределах от 1,5 до 2,5 баллов, что соответствует изменению от некомфортных условий до условий, оцениваемых как «низкая» комфортность. Наиболее комфортные условия характерны для северных районов Тверской области, южных районов Ярославской, севера Московской и северо-запада Владимирской областей, а также южной части ЦФО. В этих регионах уровень биоклиматической комфортности изменяется от 2,0 до 2,5 баллов, что свидетельствует об умеренной комфортности условий. Дискомфортные условия складываются на севере региона, а именно в Ярославской, Костромской и Владимирской областях. Здесь величина комфортности изменяется от 1,5 до 2,0 баллов, что по предложенной шкале соответствует некомфортным условиям.

**Выводы:** в работе были предложены принципы определения биоклиматической комфортности и проведена апробация предлагаемой методики на примере ЦФО, которая основана на применении современных ГИС-технологий. Полученные результаты определения биоклиматической комфортности для территории ЦФО свидетельствуют о низкой комфортности условий.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант №12-05-31398-мол\_а от 05.07.2012).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Прохоров, Б.Б. Экология человека. Понятийно-терминологический словарь. – Ростов-на-Дону, 2005. 439 с.
2. Андреев, С.С. Биоклиматическая характеристика Ростовской области // Эколого-географический вестник юга России №1. – Ростов-на-Дону: ООО «Диапазон», 2001. С. 19-26.

3. Кулагина, Е.Ю. Оценка комфортности биоклиматических условий региона с применением ГИС-технологий // Е.Ю. Кулагина, А.Н. Краснощёков, Т.А. Трифонова / ИнтерКарто-ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы межд. конф. – Смоленск: Принт АП, 2012. С. 490-492.
4. Бокиа, В.Г. Медицинская климатология и климатотерапия / В.Г. Бокиа, Б.В. Бозуцкий. – Киев: Здоров'я, 1980. 264 с.
5. Коробов, В.Б. О методологии построения шкал для классификации природных объектов на основе балльных оценок // Проблемы региональной экологии. 2002. № 4. С. 99-108.

## **PRINCIPLES OF DETERMINATION THE BIOCLIMATIC COMFORT (ON THE EXAMPLE OF THE TERRITORY OF CENTRAL FEDERAL DISTRICT OF RUSSIAN FEDERATION)**

© 2013 E.Yu. Kulagina, A.N. Krasnoshchyokov

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

In article the principles of determination the bioclimatic comfort with application of modern geoinformational technologies are considered. Approbation of this technique was carried out on the example of the territory of Central federal district of Russian Federation.

Key words: *bioclimate, comfort, GIS-technologies*

---

*Ekaterina Kulagina, Ecologist at the Ecology Department.*

*E-mail: kylaginaek@mail.ru*

*Aleksey Krasnoshchekov, Candidate of Technical Sciences,*

*Associate Professor at the Ecology Department. E-mail:*

*kan\_alex2000@mail.ru*