

УДК 551.5

UDC 551.5

11.00.00 Географические науки

Geographical sciences

**ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ
ЧАСТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**EVALUATION OF BIOCLIMATIC RESOURCES
OF CENTRAL AND SOUTHERN PARTS OF
WESTERN SIBERIA**

Невидимова Ольга Геннадьевна
к.г.н.

olga-nevidimova@mail.ru

*Институт мониторинга климатических
и экологических систем СО РАН,
г. Томск, Россия*

Nevidimova Olga Gennadievna
Cand.Geogr.Sci

olga-nevidimova@mail.ru

*Institute of Monitoring of Climatic
and Ecological Systems SB RAS,
Tomsk, Russia*

Янкович Елена Петровна
SPIN-код 2097-1862

yankovich@tpu.ru

*Томский политехнический университет,
г.Томск, Россия*

Yankovich Elena Petrovna
SPIN-code 2097-1862

yankovich@tpu.ru

*Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

Янкович Ксения Станиславовна
yankovich.k.s@gmail.com

*Томский политехнический университет,
г.Томск, Россия*

Yankovich Kseniya Stanislavovna
yankovich.k.s@gmail.com

*Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

В статье представлены результаты расчета и анализа пространственно-временного распространения биоклиматических ресурсов территории Западной Сибири. В качестве основных биоклиматических индексов использовались эффективная температура (ЭТ), эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), индекс суровости погоды Бодмана. В результате проведенного исследования, авторами были определены некоторые особенности климатических условий территории за последние 50 лет, выявлены зоны климатического комфорта, их территориальное распределение в различные периоды года. Установлено, что распределение рассчитанных биоклиматических показателей ЭТ, ЭЭТ, индекса Бодмана на территории Западной Сибири имеет существенную пространственную и временную неоднородность, а также характеризуется формированием небольших ареалов, обусловленных локальными циркуляционными процессами атмосферы

Calculation and analysis of spatial and temporal distribution of climatic resources of Western Siberia are presented in the article. Basic bioclimatic indexes are the effective temperature, equivalent-effective temperature, index of Bodman. The authors show particular climatic conditions in Siberia and reveal a comfort zone. Effective temperature, equivalent-effective temperature, index of Bodman on the territory of Western Siberia has a large spatial and temporal heterogeneity

Ключевые слова: БИОКЛИМАТ, ЭФФЕКТИВНАЯ
ТЕМПЕРАТУРА, ЭКВИВАЛЕНТНО-
ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ИНДЕКС
БОДМАНА, КОМФОРТНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ

Keywords: BIOCLIMATE, EFFECTIVE
TEMPERATURE, EQUIVALENT- EFFECTIVE
TEMPERATURE, INDEX OF BODMAN,
COMFORT OF TERRITORY

Введение

Климатические ресурсы относятся к тому виду естественных ресурсов, которые не только обуславливают биопотенциал природной

среды, но и в значительной степени определяют социально-экономическую ситуацию, облегчая или затрудняя освоение и развитие территории. Хозяйственное освоение Западной Сибири ведется давно, однако активно природные ресурсы территории востребованы со второй половины 20-го века, когда начали формироваться сырьевые центры промышленности России. На сегодняшний день Западная Сибирь относится к тем немногим регионам, у которых существует объективная возможность в течение длительного времени, опираясь только на собственные природные ресурсы, развивать нефтяную, газодобывающую промышленность, цветную металлургию, деревообрабатывающую промышленность, сельское хозяйство. Одним из сдерживающих факторов освоения региона и развития природопользовательской сферы выступают сложные климатические условия.

«Нигде во всем нашем мире климат не действует так враждебно, как в Сибири, на растительную, животную жизнь, не исключая человека, и нигде торжество жизненной силы над неприязнью внешнего мира так не велико, как в Сибири» [1]. Так характеризовал резкий и холодный климата Сибири академик А.Ф. Миддендорф еще в середине 19 века, подчеркивая остроту ситуации в регионе. Климатические особенности Западной Сибири и сейчас во многом определяют масштабы, пути и формы использования естественных ресурсов и экономических возможностей территории, усугубляя риски ведения хозяйственной деятельности. Поэтому на территории региона возникает множество проблем, среди которых одной из значимых является безопасность жизни, здоровья, условий труда. Одним из важных индикаторов безопасности жизнедеятельности человека является комфортность окружающей среды. Выявление уровня комфортности среды – благоприятных, оптимальных условий деятельности и отдыха – невозможно без оценки биоклиматических особенностей региона. В статье представлены

результаты расчета и анализа пространственного распространения основных показателей биоклиматических ресурсов, степени комфортности территории Западной Сибири.

Объект и метод исследования

Биоклиматические ресурсы применительно к человеку – это климатические условия, определяющие его физиологическое и социальное существование. Положение Западной Сибири внутри материка Евразии обуславливает климатические особенности этой территории. Западная Сибирь ограничена на западе Уральской горной системой, а на востоке возвышенностями Среднесибирского плоскогорья и Енисейского кряжа. Открытость с севера позволяет проникать арктическим массам воздуха, которые несут низкие температуры, а открытость с юга способствует поступлению прогретого континентального воздуха. Общей особенностью этой территории является активная циклоническая деятельность, обуславливающая большую изменчивость погоды, резкий суточный и годовой ход приземной температуры. В летнее время арктический воздух, вторгающийся в тылах северных циклонов, взаимодействует с прогретым континентальным воздухом, вызывая образование облачности и осадков. Интенсивность циклонической деятельности в этот сезон убывает с юга на север. Наибольшая интенсивность циклонической деятельности развивается в районе 58 параллели. Здесь, над территорией васюганского болота формируется центр концентрации путей циклонов. Зимой поступающий континентальный холодный воздух из центральных районов Сибири по западной окраине Азиатского антициклона и атлантический воздух с циклонами из Арктики формируют довольно низкие температуры; абсолютные минимумы по ряду станций составляют -52°C . Суровость зимних условий усугубляют частые ветра и метели. Отрицательные температуры удерживаются около полугода. Весной Азиатский

антициклон постепенно ослабевает, между северными и южными широтами усиливаются контрасты температур, что способствует меридиональному переносу воздушных масс и, соответственно, частой смене волн тепла и холода. Также происходит характерное для этого времени года усиление ветра, наибольшее число дней с сильным ветром наблюдается в мае. В средней полосе Западной Сибири лето тёплое, но короткое. Среднегодовое число пасмурных дней на юге Западной Сибири в 3 раза меньше, чем в европейской части России на соответствующих широтах. Это определяет значительное прогревание территории в летние месяцы; максимальные температуры могут достигать $+38^{\circ}\text{C}$. В июне и июле западные циклоны приносят дожди, часто ливневые. Летом выпадает наибольшее количество осадков – до 70% годовой нормы. Самое большое количество осадков приходится на июль. Наблюдается зональное распределение осадков по территории, в северо-восточных районах осадков больше, к югу их количество уменьшается.

Итак, неравномерное увлажнение, суровые и продолжительные зимы, сухие и ветреные весны, жаркое и короткое лето – таковы основные черты континентального климата юга и центра Западной Сибири. Особенности этого климата, выраженные в виде определенного термического, ветрового режима, условий увлажнения, инсоляционных условий влияют на функционирование человеческого организма, его состояние. Воздействие на человека различных сочетаний этих факторов определяется особой интегральной характеристикой – степенью комфортности климатических условий территории. Чаще всего исследование аддитивного влияния метеорологических факторов на состояние человека проводится методами, основанными на анализе теплоощущений человека. Тогда зона комфорта ограничивается такими значениями метеорологических показателей, внутри которых большинство людей отмечают тепловой комфорт; он определяется как комплекс

метеорологических условий, при котором терморегуляторная система организма находится в состоянии наименьшего напряжения, создавая предпосылки для высокой работоспособности, а протекание всех остальных функций происходит на уровне, наиболее благоприятном для отдыха и восстановления сил организма после нагрузки [2,3,4,5].

Основой для оценки и анализа биоклимата являются комплексные показатели, в которых увязываются в той или иной последовательности метеорологические величины. В настоящее время известно более 30 расчетных формул для исследования биоклиматических условий и комфортности территории. Нами были использованы методики Русанова В.И., Бокши В.Г., Миссенарда А., Головиной Е.Г., Айзенштата Б.А. [6,7]. Одним из часто применяемых показателей является эффективная температура (ЭТ) – это температура неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром. Она рассчитывается по формуле (1):

$$ЭТ = t - 0,4(t - 10)(1 - f / 100) \quad (1)$$

где t – температура сухого воздуха, °С; f – относительная влажность, %.

Интервал зоны комфорта по этому показателю: 13,5°С - 18°С. Следующий показатель характеризует совокупное воздействие на человека таких величин как температура, влажность воздуха и ветер. Отрицательным значениям эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ) соответствует возможность обморожения, положительным - теплового удара. Зона комфорта по этому показателю находится в интервале от 17°С до 21°С. Рассчитывается эквивалентно-эффективная температура по формуле А. Миссенарда (2):

$$ЭЭТ = 37 - (37 - t) / (0,68 - 0,0014f + (1/1,76 + 1,4v^{0,75})) - 0,29t(1 - f / 100) \quad (2)$$

где t – температура воздуха, °С; v – скорость ветра, м/с; f – относительная влажность, %.

Ценность ЭЭТ, как биоклиматического показателя, состоит в том, что им можно характеризовать и теплый, и холодный период года. Для

биоклиматической оценки холодного сезона года применяется метод Бодмана, позволяющий определять степень суровости зимней погоды. Находится индекс Бодмана по формуле (3):

$$S = (t - 0,04t)(1 + 0,27v) \quad (3)$$

где S – индекс суровости (баллы); t – температура воздуха, °С; v – скорость ветра, м/с. Согласно шкале Бодмана мягкой считается зима при $S < 1$; если $1 < S < 2$, то зима малосуровая; если $2 < S < 3$, то зима умеренно суровая, при $3 < S < 4$ зима суровая, а при $4 < S < 5$ зимние погоды считаются очень суровыми.

Рассчитывались указанные биоклиматические показатели на основании осредненных, многолетних значений температуры воздуха, скорости ветра и относительной влажности воздуха за период 1960-2010 гг. по 53 метеостанциям Западной Сибири. Анализ результатов расчета сезонных и годовых значений биоклиматических показателей с оценкой комфортности территории позволил выявить региональные особенности и построить карты-схемы их пространственного распределения.

Результаты исследования и обсуждение

В результате расчетов эффективной температуры (ЭТ) было получено, что на территории Западной Сибири в течение теплого периода (май-сентябрь) значение ЭТ колеблется от 6° до 19°, что соответствуют уровню комфорта от «прохладно» до «тепло». Невысокие значения ЭТ в этот период наблюдаются на севере и востоке территории. Минимум же ЭТ фиксируется на территории Республики Алтай (ст. Кара-Тюрек). Этот высокогорный район, где скорости ветра достигают 40 м/с, а средняя температура июля 6,6°С, можно охарактеризовать как дискомфортный. Годовой ход индекса ЭТ показывает, что комфортные условия в этом районе Западной Сибири редки, чаще встречается градация «холодовый

дискомфорт». Самые высокие значения показателя ЭТ в теплый период отмечаются в Алтайском крае (Ключи) и находятся на границе зоны комфорта в градации «очень тепло» с характеристикой «комфорт для раздетого человека». В целом, на большей части Западной Сибири биоклиматические условия по показателю ЭТ в теплый период можно охарактеризовать как благоприятные (табл.1).

Таблица 1.

Среднемесячные значения эффективной температуры (ЭТ) на территории Западной Сибири

станция	месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Александровское	-19,1	-17,1	-9,9	-0,3	6,1	13,2	16,7	13,7	8,2	-0,6	-11,2	-17,5
Колпашево	-18,2	-16,2	-8,6	0,8	7,7	14,5	17,1	14,0	8,8	0,9	-9,9	-17,2
Болотное	-16,2	-14,4	-7,5	2,2	9,7	15,5	17,9	15,0	9,6	1,9	-8,3	-15,0
Маринск	-15,4	-13,7	-7,2	2,0	9,2	15,1	17,4	14,7	9,2	1,9	-7,4	-13,9
Ключи	-15,5	-14,2	-8,0	4,7	12,4	17,4	19,1	16,6	11,5	3,9	-5,9	-12,9
Змеиногорск	-12,7	-11,9	-6,2	3,8	11,4	16,2	18,0	15,8	11,1	4,3	-5,0	-11,1
Кара-Тюрек	-13,1	-13,4	-9,3	-4,3	0,5	5,3	6,9	5,7	1,9	-4,1	-9,8	-12,5
Кош-Агач	-26,8	-23,1	-12	0,7	7,0	11,9	13,3	11,7	6,5	-1,7	-14,0	-23,7

В период с ноября по март эффективная температура меняется от $-26,8^{\circ}$ до -4° , поэтому зимние условия на территории определяются как «холодно» и «очень холодно» с «сильной угрозой обморожения». Наименьшие показатели эффективной температуры зафиксированы не только на севере Западной Сибири, но и в горных районах; наибольшие эффективные температуры отмечаются в юго-восточной части территории.

Оптимально тепловую чувствительность человека характеризует эффективно-эквивалентная температура (ЭЭТ), где кроме влажности и

температуры воздуха, учитывается скорость ветра; именно воздействие движущегося воздуха приводит к значительным смещениям степени комфортности. Анализ результатов расчетов ЭЭТ по 53 станциям Новосибирской области показал, что эквивалентно-эффективная температура имеет выраженный годовой ход. Так, в холодный период максимальные значения ЭЭТ находятся в пределах от $-41,1^{\circ}$ (Барабинск) до $-21,7^{\circ}$ в Яйлю; летом же ЭЭТ достигает максимума в июле: от $14,3^{\circ}$ в Алейской до $7,4^{\circ}$ в Кош-Агаче (Горный Алтай). Таким образом, территории, на которых ЭЭТ принимает экстремальные значения, находятся в центральных и юго-восточных районах Западной Сибири (рис.1,2).

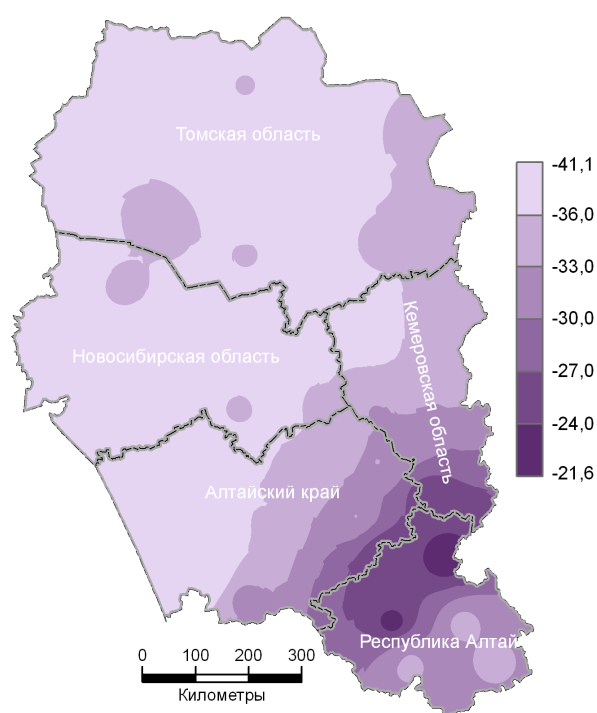


Рисунок 1. Эквивалентно-эффективная температура в холодный период ($^{\circ}\text{C}$) ($<-24^{\circ}\text{C}$ – «угроза обморожения»)

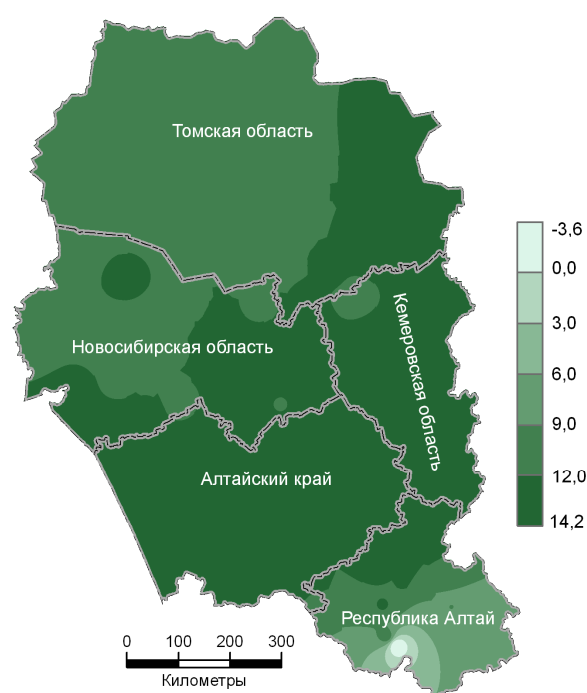


Рисунок 2. Эквивалентно-эффективная температура в теплый период ($^{\circ}\text{C}$) ($>12^{\circ}\text{C}$ – «комфорт»)

Зимой почти вся территория Западной Сибири находится в биоклиматической зоне с градацией «чрезвычайно высокая вероятность замерзания». Летом степень комфортности можно классифицировать от

«умеренно прохладно» до «комфортно». Однако, и в холодный, и в теплый период выявляются локальные районы с показателями ЭЭТ, которые существенно отличаются от окружающих. Так, летом на высокогорной станции Кара-Тюрек ЭЭТ редко поднимается выше $-3,5^{\circ}$.

Индекс Бодмана на территории Западной Сибири меняется от 4,4 балла до 1,6 балла. Это характеризует биоклиматические условия в основном как «суровые» и «умеренно суровые» (рис.3). Малосуровые



Рисунок 3. Индекс суровости Бодмана

погоды наблюдаются только на отдельных станциях в центре Республики Алтай, крайнем юге Кемеровской области и Алтайского края.

Самые суровые условия зимнего периода отмечаются не на севере Западной Сибири, а на востоке и в центре Новосибирской области. Именно здесь сочетание низких температур и частых ветров со скоростями больше 6 м/с формирует очень некомфортные условия. Заметно понижается индекс Бодмана и в некоторых районах Республики Алтай, характеризуя тем самым особый микроклимат высокогорья.

Заключение.

Проведенные исследования позволили раскрыть некоторые особенности природных условий региона и на фактическом материале проанализировать влияние климатических и метеорологических факторов на пространственно-временное распределение степени комфортности территории.

Установлено, что распределение рассчитанных биоклиматических показателей на территории Западной Сибири имеет существенную пространственную и временную неоднородность. Активная синоптическая деятельность в холодный период на большей части Западной Сибири формирует дискомфортные условия, что подтверждается полученными значениями ЭТ, ЭЭТ, индекса Бодмана. Наличие небольших ареалов с отличными от основных значений обуславливается особенностями подстилающей поверхности, микроциркуляцией. Комфортные условия по показателю ЭТ начинают формироваться в мае, максимум приходится на июль. По ряду станций юга-востока в период «июнь-июль» увеличивается количество погод, превышающих зону комфорта. В соответствие с полученными результатами в зимние месяцы значения ЭЭТ отвечают градации «крайне холодно»; климатический дискомфорт в зимние месяцы проходит под влиянием низких температур и сильного ветра. В летние месяцы комфортные погоды преобладают. Значения индекса Бодмана позволяют охарактеризовать зимние погодные условия почти на всей территории Западной Сибири как суровые и умеренно суровые, случаи с очень суровыми условиями встречаются в большинстве станций в январе – феврале.

Список литературы

1. Слуцкий В.И. История метеорологии в Томском Университете. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1998.- С.13.
2. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981. - 86 с.

3. Андреев С.С. Экология человека. - Ростов н/Д.: Издатель Турова Е.А., 2007. - 248 с.
4. Исаев А.А. Экологическая климатология. – М.: Научный мир, 2001. – 456 с.
5. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / под ред. К.Ш.Хайруллина. - СПб.: Гидрометеоздат, 2005.- 231 с.
6. Бокша В.Г., Богуцкий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. - Киев, 1980. – 208 с.
7. Кобышева Н.В., Стадник В.В., Ключева М.В. и др. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики. – СПб, 2008. – 336 с.

References

1. Sluckij V.I. Istorija meteorologii v Tomskom Universitete. - Tomsk: Izd-vo Tomskogo un-ta, 1998. - S.13.
2. Rusanov V.I. Kompleksnye meteorologicheskie pokazateli i metody ocenki klimata dlja medicinskih celej. - Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 1981. - 86 s.
3. Andreev S.S. Jekologija cheloveka. - Rostov n/D.: Izdatel' Turova E.A., 2007. - 248 s.
4. Isaev A.A. Jekologicheskaja klimatologija. – М.: Nauchnyj mir, 2001. – 456 s.
5. Klimaticheskie resursy i metody ih predstavlenija dlja prikladnyh celej / pod red. K.Sh.Hajrullina. - SPb.: Gidrometeoizdat, 2005.- 231 s.
6. Boksha V.G., Boguckij B.V. Medicinskaja klimatologija i klimatoterapija. - Kiev, 1980. – 208 s.
7. Kobysheva N.V., Stadnik V.V., Kljueva M.V. i dr. Rukovodstvo po specializirovannomu klimatologicheskomu obsluzhivaniju jekonomiki. – SPb, 2008. – 336 s.