



АРХЕОЛОГИЯ И ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ЕВРАЗИИ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

АРХЕОЛОГИЯ И ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ЕВРАЗИИ

Ответственные редакторы
акад. *А.П. Деревянко*, канд. ист. наук *Т.И. Нохрина*

Новосибирск
2004

А.Ф. Финаев
Институт водных проблем, гидроэнергетики
и экологии АН Республики Таджикистан
пр. Рудаки, 33, Душанбе, 734025, Таджикистан
E-mail: <foker@list.ru>

Оценка влияния климатических условий на трудовую деятельность человека

Введение

В процессе трудовой деятельности человека большое значение имеет влияние природно-климатических условий. Эти условия могут оказывать в разной степени негативное воздействие, как на человека, так и на его трудовой процесс. В конечном итоге это сказывается на затратах при проведении работ и, как результат на стоимости конечного продукта. Одним из способов такого учета является проведение биоклиматического районирования территории. Обычно такое районирование проводилось в целях курортологии для людей находящихся в спокойном состоянии на равнинных территориях. На территории Таджикистана такое районирование не корректно из-за высокогорных территорий.

Существующая практика учета агрессивных природно-климатических факторов на производство различного вида работ, увеличение сроков их продолжительности, снижение трудотдачи, как правило, проводится самостоятельно, не включая в себя физиолого-гигиенические ограничения.

Сравнительная характеристика существующих моделей оценки деятельности в сложных природных условиях и способов учета возможного увеличения трудозатрат [Шахпаронов и др., 1986] показывает, что в существующих моделях прямо или косвенно присутствуют основные моменты оценки деятельности кроме физиологического влияния составляющих метеорежима. Именно последний фактор и может явиться тем стержнем, который поможет дать общий прогноз снижения производительности труда в заданных природно-климатических условиях.

Влияние климатических факторов на деятельность человека сказывается неоднозначно. Уменьшение атмосферного давления с высотой увеличивает кислородную недостаточность и отрицательно влияет на трудовую деятельность. Отклонение температуры и влажности от комфортных условий также отрицательно сказывается на трудовом процессе. Влияние солнечной радиации при низких температурах оказывает положительный эффект, а при высоких - отрицательный. Поэтому, для учета климатического фактора необходимо использовать комплексный показатель.

Биоклиматический Индекс Суровости Метеорежима (БИСМ)

Принципы расчета БИСМ

Деятельность человека, в большинстве своем представляет прерывистый процесс, захватывающий преимущественно дневное время суток. Это затрудняет использование имеющихся биоклиматических карт, справок и сводок для организаций, планирования производственного процесса и создания оптимальных режимов труда и отдыха. Для горных территорий положение осложняется тем обстоятельством, что существующие биоклиматические и климатические индексы и соответствующие методы

оценки метеорежима, за отдельным исключением, не учитывают характеристик барометрического давления, как фактора, определяющего содержание кислорода во вдыхаемом воздухе и лимитирующего работоспособность. Кроме того, важность введения гипоксического компонента в биоклиматическое районирование обуславливается его постоянной дискомфортом, мало подверженной суточным и сезонным колебаниям. Следовательно, задача формулируется в таком аспекте, что для территорий, отличающихся разнообразием ландшафтно-климатических зон, необходима разработка индекса, характеризующего степень биоклиматического дискомфорта, как для горных, так и для равнинных территорий, и способного дать комплексную оценку метеорежима по различным хронологическим интервалам.

Биоклиматическая оценка степени суровости метеорежима

На основании сопоставления реальных результатов расчетов и физиолого-гигиенических сведений о влиянии климата различных регионов мира была предложена формула расчета, позволяющая осуществить высказанные условия в различных масштабах времени, пространства и преобладания тех или иных зональных условий (пустыня, высокогорье, зоны с холодным климатом). Полученный в результате данных исследований Биоклиматический Индекс Суровости Метеорежима (БИСМ) [Белкин и др., 1983; Белкин и др., 1989], является интегральным показателем степени биоклиматического дискомфорта при различных видах жизнедеятельности. В этом индексе учитываются следующие показатели: температура воздуха (T) в $^{\circ}\text{C}$; атмосферное давление (P) в gPa ; скорость ветра (V) в m/s ; относительная влажность воздуха (F) в %; высота местности над уровнем моря (H) в m . В основу создания индекса легли эмпирические понятия «комфортности» и «экстремальности» влияния отдельных факторов на организм человека, а также условие, что индекс равен 10 при идеальных условиях. Такими условиями приняты: $T = 22^{\circ}\text{C}$; $P = 980 \text{ gPa}$; $V = 0 \text{ m/s}$; $F = 50\%$; $H = 2000 \text{ m}$ над ур. моря. Для расчета БИСМ предложена формула следующего вида:

$$\text{BISM} = [\text{Tk}(P - 266)(1 - 0.02V)]/(75WkRk),$$

где Tk , Wk , Rk - температурный, влажностный и радиационный коэффициенты соответственно, P - давление воздуха в gPa , V - скорость ветра в m/s .

Известно, что человек, находящийся в покое, испытывает различное теплоощущение в зависимости от метеорологического и радиационного режима окружающей среды. Находясь в горах, даже при отрицательной температуре люди ощущают тепло при ярком солнце, а при более высокой температуре, но в тени ощущают холод, т.к. в разреженной атмосфере при низкой влажности значительное влияние оказывает эффективное излучение. В пустыне при солнечном освещении ощущается дискомфорт из-за перегрева, а в отсутствии солнца возникают более комфортные условия. Неоднозначное влияние оказывает солнечная радиация на теплоощущение при различных температурах воздуха. Например, при низких температурах солнечная радиация улучшает комфортность, а при высоких температурах и той же солнечной радиации комфортность ухудшается. Такие изменения в теплоощущениях возникают потому, что радиационный баланс может быть как положительным, так и отрицательным, что вызывает или не вызывает дополнительный нагрев. Поэтому была разработана методика учета солнечной радиации при расчетах БИСМ, и уравнение для расчета БИСМ было уточнено [Финаев, 1994]. В общем, виде оно имеет вид:

$$\text{BISM} = [\text{Tk}(P - 266)(1 - 0.02V)]/(\text{Wk}75).$$

где $T_k(T)$ является функцией температуры воздуха (T_w) и радиационной поправки (T') в которую входит радиационный баланс.

Разработанная формула БИСМ позволяет определить его величину в любой момент и в любой точке, где выполняются метеорологические наблюдения. В зависимости от характера используемой метеорологической информации, БИСМ может отражать как случайное, разовое сочетание метеорологических условий, так и характеризовать их за различные периоды времени - сутки, месяц, вплоть до многолетних климатических оценок.

Отбор климатических параметров для расчетов среднемесячных значений БИСМ

Характеристики погодных условий и климата оцениваются также в разных временных интервалах, и характеризуется в виде осредненных, экстремальных, вероятностных и других величинах. Физически и логически правильный отбор этого материала в зависимости от конкретных задач расчета БИСМ существенным образом влияет на конечный результат.

Для характеристики температуры воздуха в течение всего года не могут использоваться ни средние ни экстремальные значения: средние не отражают величин колебания температуры; экстремальные, не несут информации об их повторяемости. При расчете среднемесячных и среднегодовых значений БИСМ наиболее приемлемыми на наш взгляд представляются таблицы повторяемости различных значений максимальной и минимальной температуры воздуха и влажности.

Влияние температуры воздуха на БИСМ осуществляется через температурный коэффициент T_k . При расчете среднемесячных значений температурного коэффициента были использованы таблицы повторяемости минимальных и максимальных температур в различных грациях для 23 метеостанций [Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы, 1966]. Учет радиационной поправки позволил оценить наиболее благоприятную среднемесячную температуру $+19.2$ град. Для расчетов использовалась среднемесячная поглощенная радиация из Справочника по климату СССР [Справочник по климату СССР. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние, 1966].

Использование средних месячных величин относительной влажности для расчета коэффициента W_k совершенно не целесообразно, т. к. экстремумы взаимно компенсируют друг друга и средняя величина близка к 50 %, а W_k будет равен 1. Известно, что днем (в рабочее время) в зависимости от ландшафтных условий воздух может быть как очень сухим, так и очень влажным.

Для достоверного определения среднемесячных значений характеристики W_k может быть использована таблица «Повторяемость относительной влажности воздуха в 13 часов в различных пределах» [Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, осадки и снежный покров, 1969]. По этим данным определяется средний взвешенный коэффициент влажности (W_k) за каждый месяц.

Использование БИСМ для оценки характеристик трудового процесса

Нормирование различных климатогеографических условий по БИСМ позволило определить градации степени биоклиматического дискомфорта, применимые к различным природно-климатическим регионам (Таблица 1).

Таблица 1. Степень биоклиматического комфорта (В.Ш. Белкин©)

Степень комфортности	БИСМ
Комфорт	10- 8
Относительный комфорт	7,9- 7
Относительный дискомфорт	6,9- 6
Компенсированный дискомфорт	5,9- 4
Не компенсируемый дискомфорт	4 и ниже

Рассматривая возможность данных градаций для условий высокогорья, где ведущим фактором является уровень барометрической гипоксии, т.е. величина атмосферного давления, мы получим распределение уровней высот по степени биоклиматического дискомфорта (Таблица 2).

Таблица 2. Биоклиматическая степень комфорт в зависимости от высоты (В.Ш. Белкин©)

Высота над уровнем моря (м)	Степень комфорта
0 - 1300	Комфорт
1300 - 2000	Относительный комфорт
2000 - 2800	Относительный дискомфорт
2800 - 4500	Компенсированный дискомфорт
Свыше 4500	Не компенсируемый дискомфорт

Представленная вертикальная градация по уровню комфортности по БИСМ в значительной степени совпадает с ранее предложенной [Белкин, и др., 1983] вертикальной поясностью Таджикистана для задач физиологии и градостроительства.

Использование значений БИСМ при оценке изменения трудового процесса в различных градациях не всегда удобен. В некоторых случаях важно знать относительное ухудшение комфортности, производительности труда и т.д. Таким показателем может быть коэффициент приведения (K_p), который показывает во сколько раз фактическое значение БИСМ меньше комфортного значения.

$$K_p = \frac{BISM_{\text{комфортный}}}{BISM_{\text{фактический}}};$$

т.к. БИСМ комфортный = 10, то формула примет вид:

$$K_p = \frac{10}{BISM_{\text{фактический}}}.$$

Данные физиологов [Миррахимов и Гольдберг, 1981] позволяют рассмотреть динамику изменения БИСМ по отношению к уровню комфорта и его величинам, как коэффициент приведения для сопутствующих оценок физиологических, эргономиче-

ских и других характеристик, сопровождающих трудовой процесс. Так как именно функциональное состояние определяет режимы труда, отдыха и уровень необходимых энергозатрат.

В таблице 3 (Таблица 3) проведена сравнительная характеристика полученных коэффициентов приведения по характеристикам БИСМ с аналогичными коэффициентами, полученными фирмой «Трансаляска» (США, Канада) с помощью ретроспективного анализа (за 5 лет) результатов трудовой деятельности, уровня энергозатрат и заболеваемости рабочих в условиях Альп, Анд, Гималаев [Malckaire, J.B., 1979; Soula, C. et al., 1961]. Более наглядно сравнение этих двух характеристик показано на рисунке (Рис. 1). Увеличение расхождения этих характеристик наблюдается с высоты 3500 м н.у.м.

Таблица 3. Величина коэффициентов приведения.

Высота	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Кр по БИСМ	1.19	1.28	1.40	1.54	1.72	1.94	2.23	2.62	3.17	4.01
США, КАНАДА	1.14	1.25	1.38	1.49	1.64	1.75	1.88	2.00	2.13	2.25

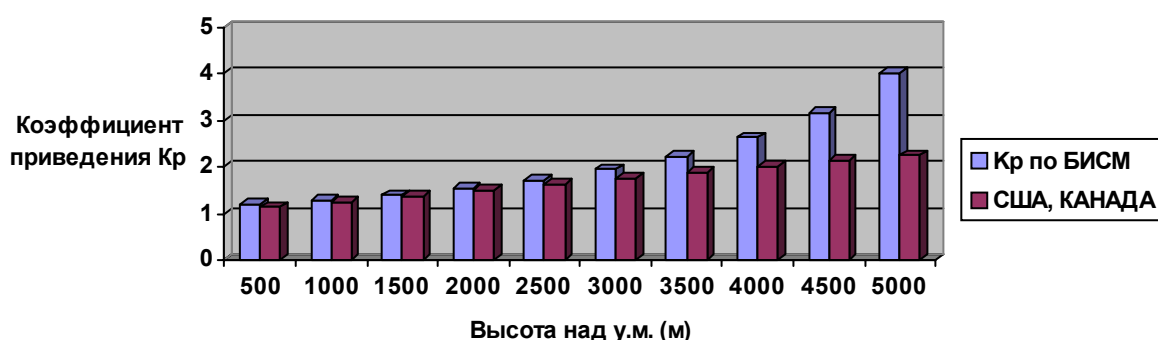


Рис. 1. Изменение коэффициента приведения с высотой по БИСМ для Таджикистана (Финаев, А.Ф.) и других горных районов мира (Malckaire, J.B., 1979; Soula, C. et al., 1961).

Использование установленных коэффициентов приведения (Кр) возможно в нескольких направлениях: 1 - в процессе пересчета существующих рекомендаций по характеристикам тяжести труда, уровню энергозатрат, продолжительности трудовых процессов, т.е. режимов и регламентации труда и отдыха; 2 - картирование районов со сложными природно-климатическими условиями по степени биоклиматического дискомфорта с последующим пересчетом удельного соотношения соответствующих территорий по БИСМ на коэффициенты приведения, что для территорий с горным рельефом является наиболее важным, т.к. является основой для прогноза необходимых затрат при освоении конкретной территории.

Современные условия комфортности территории Таджикистана

Годовой ход БИСМ

Используя методику, представленную выше, данные климатических справочников, оценку функций распределения этих данных по высоте и карты рельефа были рассчитаны среднемесячные величины БИСМ на разных высотах в среднем по Таджикистану.

Результаты расчетов (рис. 2) показывают, что в долинах, предгорьях и среднегорьях (до высот 2800 м) в годовом ходе отмечается два максимума. Улучшение комфортных условий происходит в весенний и осенний периоды. Летом увеличивается

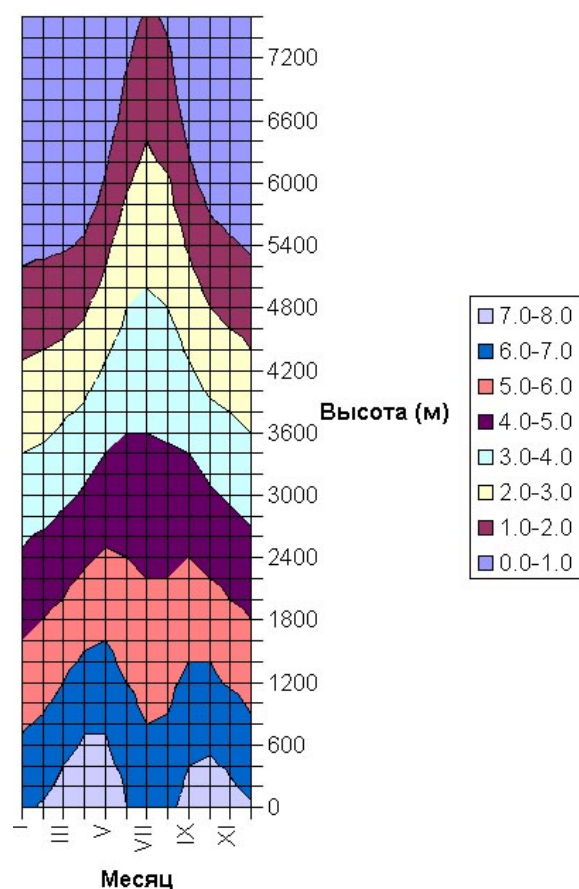


Рис. 2. Годовой ход распределения БИСМ по высоте для Таджикистана (современное состояние).
(А.Ф. Финаев ©).

температура воздуха, и условия комфорта в долинах ухудшаются, а в высокогорье улучшаются. Зимой отмечается уменьшение БИСМ, что означает ухудшение комфортности на всех высотах. В высокогорье, выше 2800 м отмечается один максимум летом и один минимум зимой. Области со значениями меньше 1 говорят о невозможности жизни на данных высотах.

Анализ величин составляющих БИСМ показал, что наибольшее влияние на годовой ход БИСМ оказывает температурный коэффициент, на величину которого воздействуют изменения температуры и солнечной радиации. Весной и осенью температурный коэффициент оказывает на комфорт благоприятное воздействие на низких уровнях, а в летний период, в среднегорье и высокогорье. Зимой Кт на всех высотах уменьшает комфортность. Такой анализ важен при выборе оптимального времени

вахтовых работ на различных высотах.

Для оценки распределения БИСМ по территории построена карта по методике расчета в узлах регулярной сетки размером территории 10х10 км.

Среднегодовая карта БИСМ (Рис. 3), показывает, что в среднем за год только 22% территории имеют значение БИСМ больше 6. Относительно комфортные условия наблюдаются в нозкогорных долинах Центрального, Южного Таджикистана и Согдийской области. Особенно дискомфортные условия отмечаются в Горном Бадахшане. В высокогорных районах Центрального Памира есть территории несовместимые с жизнью по биоклиматическим показателям. Анализ таких карт, построенных для каждого

месяца, показывает, что в годовом ходе наиболее комфортные условия отмечаются в апреле и мае. Значения БИСМ превышающие 6 (относительный комфорт) охватывают территорию 30,5%.

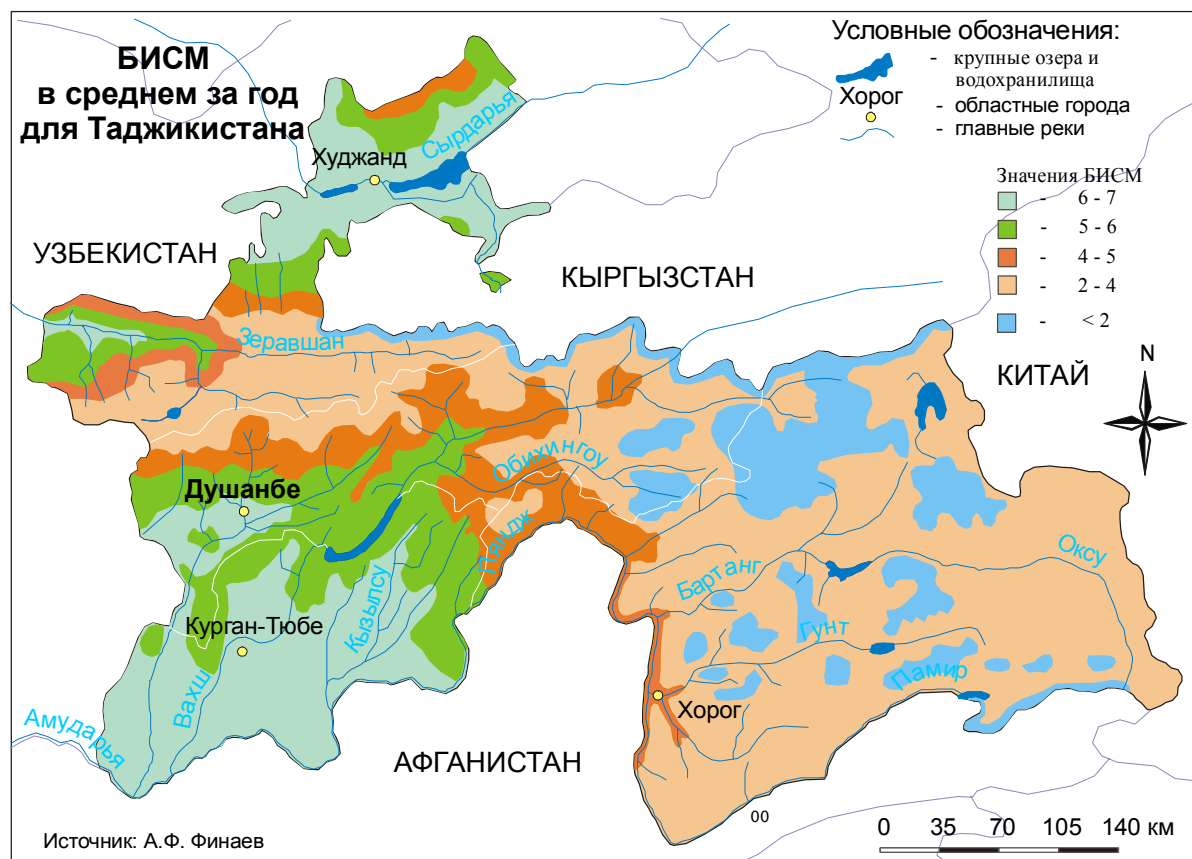


Рис. 3. Распределение БИСМ в среднем за год. (А.Ф. Финаев ©).

Суточный ход БИСМ

В течение суток условия биоклиматического дискомфорта могут меняться в зависимости от метеорологических параметров. Суточный ход этих изменений в разных районах Таджикистана также различен. Для проведения таких оценок был сделан расчет значений БИСМ через каждый час в течение суток для трех пунктов: Курган-Тюбе (426 м), Душанбе (822 м), Мургаб (3576 м). В качестве характерных месяцев были выбраны январь и июль. Так как расчет проводится ежечасно, то использовались средние часовые данные [Справочник по климату СССР, 1969, 1966].

На наиболее низко расположенной станции Курган-Тюбе, характеризующей юг Таджикистана в январе отмечаются наилучшие условия комфортности. Суточный ход БИСМ в этом месяце меняется плавно от 5.8 в 7 часов утра до 7.4 в 14 часов (здесь и далее указано истинное солнечное время). В июле картина суточного хода меняется на противоположную. Наилучшие условия комфорта отмечаются ночью с максимумом в 6 часов утра (БИСМ=8.7). После восхода солнца дискомфорт усиливается за счет увеличения температуры, солнечной радиации и падения относительной влажности. Минимум БИСМ (3.9) отмечается в 14 часов.

Аналогичный ход БИСМ отмечается в долинах центрального Таджикистана. Это характеризует суточный ход БИСМ по пункту Душанбе. Следует отметить, что амплитуда суточных изменений БИСМ меньше, чем в Курган-Тюбе и более сглажена. В январе значения БИСМ меняются от 5.7 в 8 часов до 7.3 в 14 часов, а в июле от 8.5 в 0 часов до 4.2 в 13 часов. Условия биоклиматического дискомфорта характеризуют значения БИСМ рассчитанные по данным ст. Мургаб. В январе наилучшие условия отмечаются в 13 часов (БИСМ=3,7). Затем значения БИСМ постепенно снижаются и к 7 часам утра достигают минимума равного 2.6. В июле комфортные условия гораздо лучше, чем в январе. Максимум отмечается в 9 часов утра и достигает 5.0. В остальное время значения БИСМ неоднозначно колеблются при достижении минимума 4.2 в 14 часов.

Оценка снижения производительности труда по характеристикам биоклиматического дискомфорта

Биоклиматический дискомфорт влияет на трудовую деятельность человека, так как изменяет количество энергии, затрачиваемое на выполнение конкретной задачи. С ухудшением комфортных условий увеличиваются энергозатраты, необходимые для выполнения одной и той же работы. Поэтому можно говорить о снижении производительности труда за счет изменения комфортного состояния среды, при равных прочих условиях. О величине энергозатрат человека при различной рабочей нагрузке можно судить по экспериментальным данным [Виноградов, 1966]. Оказалось, что соотношения различных видов рабочих нагрузок в каждом интервале занимает 20% интервал (Таблица 4).

Таблица 4. Затраты энергии при различных видах нагрузки
[Виноградов, 1966]

Рабочая нагрузка	ккал/мин		ккал/час		ккал/8 час		% к max	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Очень тяжелая	10	12.5	600	750	4800	6000	80%	100%
Тяжелая	7.5	10	450	600	3600	4800	60%	80%
Средняя	5	7.5	300	450	2400	3600	40%	60%
Легкая	2.5	5	150	300	1200	2400	20%	40%

Результаты работы М.В. Лейника [Виноградов, 1966] показали аналогичные результаты, хотя было выделено пять степеней тяжести работы (Таблица 5).

Таблица 5. Соотношение степеней тяжести труда, по М.В. Лейнику
[Виноградов, 1966]

Степень тяжести работы	% к верхнему пределу напряжения	
	min	max
Очень тяжелая	81%	100%
Тяжелая	61%	80%
Средняя	41%	60%
Легкая	21%	40%
Очень легкая	0%	20%

Следует отметить, что максимальные энергозатраты зависят от продолжительности работы, так как в этом случае играет фактор утомляемости. Эти данные представлены в таблице (Таблица 6).

Таблица 6. Максимальные энергозатраты работника в зависимости от времени работы [Виноградов, 1966]

Длительность работы	Верхняя граница энергозатрат (ккал/мин)
1 мин	25
10 мин	15
60 мин	10
8 час	7.3

Исходя из представлений о энергозатратах (Таблица 4, Таблица 5, Таблица 6) и полученных результатов расчета изменения БИСМ и Кр с высотой, рассчитаны данные об изменении энергозатрат работников различных видов тяжести труда в зависимости от высоты, коэффициент приведения и производительность труда в среднем за год. В таблице 7 представлены результаты расчетов для продолжительности работы за 1 час, а в таблице 8 - для продолжительности работы за 8 часов. При увеличении энергозатрат выше максимально возможной, рабочую нагрузку необходимо квалифицировать, как истощающую. Эти данные можно использовать при расчете изменения нагрузки с высотой.

Таблица 7. Изменение энергозатрат (в Ккал/час) работников различных видов тяжести труда в зависимости от высоты (Н м) и коэффициента приведения (Кр) в среднем за год. Максимально возможная нагрузка 600 Ккал/час

Н(м)		0	500	750	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Кр		1.09	1.18	1.23	1.28	1.40	1.54	1.72	1.94	2.23	2.62	3.17	4.01
Производительность труда		91%	85%	81%	78%	71%	65%	58%	52%	45%	38%	32%	25%
Рабочая нагрузка	% к max	Ккал/час											
Очень тяжелая	Max	100%	600	708	737	768	840	926	1032	1165	1337	1570	1900
Очень тяжелая	Min	81%	486	573	597	622	680	750	836	943	1083	1271	1539
Тяжелая	Max	80%	480	566	590	615	672	741	825	932	1070	1256	1520
Тяжелая	Min	61%	366	432	449	469	512	565	629	710	816	957	1159
Средняя	Max	60%	360	425	442	461	504	555	619	699	802	942	1140
Средняя	Min	41%	246	290	302	315	344	380	423	477	548	644	779
Легкая	Max	40%	240	283	295	307	336	370	413	466	535	628	760
Легкая	Min	20%	120	142	147	154	168	185	206	233	267	314	380

Таблица 8. Изменение энергозатрат (в Ккал/8 час) работников различных видов тяжести труда в зависимости от высоты (Н м) и коэффициента приведения (Кр) в среднем за год. Максимально возможная нагрузка 4800 Ккал/8 час

Н(м)		0	500	750	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Кр		1.09	1.18	1.23	1.28	1.40	1.54	1.72	1.94	2.23	2.62	3.17	4.01
Производительность труда		91%	85%	81%	78%	71%	65%	58%	52%	45%	38%	32%	25%
Рабочая нагрузка	% к max	Ккал/8 час											
Очень тяжелая	Max	100%	4800	5664	5895	6146	6717	7406	8252	9317	10697	12556	15198
Очень тяжелая	Min	81%	3888	4588	4775	4978	5441	5999	6684	7547	8664	10171	12311
Тяжелая	Max	80%	3840	4531	4716	4917	5374	5925	6602	7454	8557	10045	12159
Тяжелая	Min	61%	2928	3455	3596	3749	4098	4518	5034	5683	6525	7659	9271
Средняя	Max	60%	2880	3398	3537	3688	4030	4444	4951	5590	6418	7534	9119
Средняя	Min	41%	1968	2322	2417	2520	2754	3037	3384	3820	4386	5148	6231
Легкая	Max	40%	1920	2266	2358	2458	2687	2963	3301	3727	4279	5023	6079
Легкая	Min	20%	960	1133	1179	1229	1343	1481	1650	1863	2139	2511	3040

Влияние биоклиматического дискомфорта на производительность труда является важным моментом в оценке трудового процесса. Используя коэффициент приведения можно оценить производительность труда (We "working efficiency") на разных высотах в любой месяц года: $We=1/Kp$.

Исходя из того, что наибольшая производительность труда наблюдается на высоте 0 метров и в комфортных условиях и, используя полученные нами коэффициенты приведения, получено изменение производительности труда по месяцам и в среднем за год на различных высотах для Таджикистана (Таблица 9). В годовом ходе до высоты 2500-3000 м выделяются 2 максимума производительности труда - весной и осенью. Весенний максимум больше осеннего. С увеличением высоты эти максимумы смещаются к летнему периоду и в июне на высоте 3000 м совпадают. С дальнейшим увеличением высоты наблюдается один максимум в июле.

Минимальные значения производительности труда на всех высотах четко выделяются в январе. В летний период производительность труда снижается за счет высоких температур и солнечной радиации. Второй, более слабый минимум, связанный с летней жарой, отмечен до высоты 2500 м в июле. На высотах выше 2500 метров производительность труда повышается летом за счет улучшения теплового режима (

Рисунок 4).

Наибольшая производительность труда зафиксирована на уровне моря в апреле. Среднегодовые значения производительности труда меняются от 91% на уровне моря, до 25% на высоте 5000 м.

Таблица 9. Годовой ход производительности труда (%) в зависимости от высоты (Н м)

Н (м)	Я н в	Ф е в	М а р	А п р	М а й	И ю н	И ю л	А в г	С е н	О к т	Н о я	Д е к	Г о д
0	8 6 %	8 9 %	9 4 %	1 0 0 %	9 8 %	8 9 %	8 3 %	8 4 %	9 4 %	9 6 %	9 3 %	8 9 %	9 1 %
5 0 0	7 9 %	8 2 %	8 7 %	9 2 %	9 1 %	8 4 %	7 8 %	8 0 %	8 8 %	8 9 %	8 5 %	8 2 %	8 5 %
7 5 0	7 6 %	7 8 %	8 3 %	8 8 %	8 8 %	8 1 %	7 6 %	7 7 %	8 4 %	8 5 %	8 2 %	7 9 %	8 1 %
1 0 0 0	7 2 %	7 5 %	7 9 %	8 4 %	8 4 %	7 8 %	7 4 %	7 5 %	8 1 %	8 1 %	7 8 %	7 5 %	7 8 %
1 5 0 0	6 5 %	6 7 %	7 1 %	7 6 %	7 7 %	7 3 %	6 9 %	7 0 %	7 5 %	7 4 %	7 1 %	6 8 %	7 1 %
2 0 0 0	5 8 %	6 0 %	6 4 %	6 8 %	7 0 %	6 8 %	6 5 %	6 5 %	6 8 %	6 7 %	6 4 %	6 1 %	6 5 %
2 5 0 0	5 1 %	5 3 %	5 6 %	6 0 %	6 3 %	6 2 %	6 0 %	6 0 %	6 2 %	5 9 %	5 6 %	5 3 %	5 8 %
3 0 0 0	4 4 %	4 5 %	4 8 %	5 2 %	5 6 %	5 7 %	5 6 %	5 5 %	5 5 %	5 2 %	4 9 %	4 6 %	5 2 %
3 5 0 0	3 7 %	3 8 %	4 1 %	4 4 %	4 9 %	5 1 %	5 1 %	5 1 %	4 9 %	4 5 %	4 2 %	3 9 %	4 5 %
4 0 0 0	3 0 %	3 1 %	3 3 %	3 6 %	4 2 %	4 6 %	4 7 %	4 6 %	4 2 %	3 7 %	3 4 %	3 2 %	3 8 %
4 5 0 0	2 3 %	2 3 %	2 5 %	2 8 %	3 5 %	4 1 %	4 2 %	4 1 %	3 6 %	3 0 %	2 7 %	2 4 %	3 2 %
5 0 0 0	1 6 %	1 6 %	1 8 %	2 0 %	2 8 %	3 5 %	3 8 %	3 6 %	2 9 %	2 3 %	2 0 %	1 7 %	2 5 %

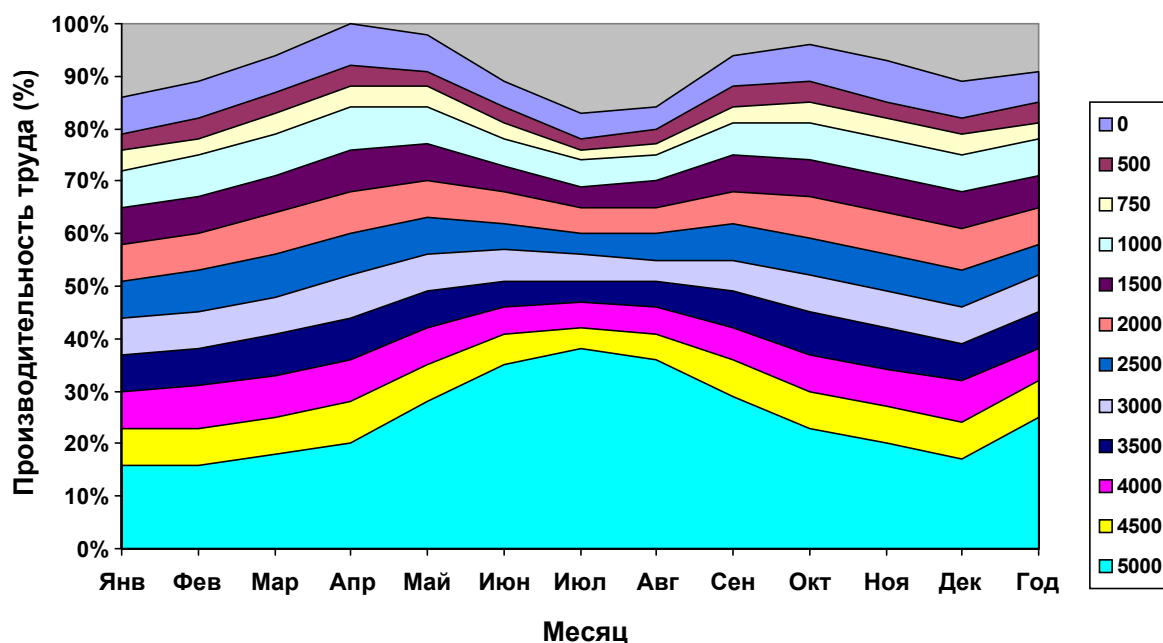


Рисунок 4. Изменение производительности труда под действием климатических условий.

Распределение БИСМ по репрезентативным территориям

Для характеристики комфортности проживания и трудовой деятельности человека в различных природных комплексах Таджикистана были использованы климатические данные 10 репрезентативных метеорологических станций, которые характеризуют природно-климатический район. Средние месячные и годовые значения БИСМ, рассчитанные по этим станциям представлены в таблице (Таблица 10).

Таблица 10. Фактическое распределение БИСМ по районам станциям

Станция	Высота (м)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	6.46	6.63	7.04	7.53	7.37	6.91	6.39	6.44	7.08	7.19	6.85	6.54	6.87
Худжанд	410	6.38	6.58	6.96	7.42	7.22	6.58	6.18	6.30	6.96	7.09	6.80	6.55	6.75
Курган-Тюбе	426	6.33	6.61	7.03	7.57	7.33	6.40	6.05	6.24	6.90	7.04	6.87	6.58	6.74
Куляб	604	6.15	6.55	6.92	7.28	6.87	6.29	5.96	6.09	6.69	6.83	6.63	6.54	6.57
Душанбе	804	5.91	6.23	6.60	7.09	6.80	6.11	5.76	5.90	6.46	6.68	6.46	6.22	6.35
Тавиль-Дара	1616	5.00	5.18	5.50	5.85	5.89	5.66	5.28	5.37	5.78	5.66	5.51	5.23	5.49
Хорог	2075	4.57	4.70	4.93	5.21	5.45	5.57	5.15	5.14	5.49	5.13	4.96	4.75	5.09
Дехауз	2564	3.94	4.09	4.38	4.69	4.94	5.07	5.00	4.97	4.92	4.67	4.42	4.13	4.60
Мургаб	3576	2.89	3.00	3.22	3.50	3.65	3.70	3.83	3.81	3.64	3.43	3.26	3.03	3.41
Горбунова	4169	2.23	2.39	2.59	2.82	3.09	3.29	3.43	3.37	3.14	2.86	2.60	2.34	2.85

Наибольший интерес представляет производительность труда под влиянием климатического фактора в различных регионах (Таблица 11, Рисунок 5).

Таблица 11. Относительное изменение производительности труда в зависимости от климатических условий района.

Станция	Высота (м)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	82%	84%	89%	95%	93%	87%	81%	82%	90%	91%	87%	83%	87%
Худжанд	410	81%	83%	88%	94%	91%	83%	78%	80%	88%	90%	86%	83%	85%
Курган-Тюбе	426	80%	84%	89%	96%	93%	81%	77%	79%	87%	89%	87%	83%	85%
Куляб	604	78%	83%	88%	92%	87%	80%	75%	77%	85%	86%	84%	83%	83%
Душанбе	804	75%	79%	84%	90%	86%	77%	73%	75%	82%	85%	82%	79%	80%
Тавиль-Дара	1616	63%	66%	70%	74%	75%	72%	67%	68%	73%	72%	70%	66%	70%
Хорог	2075	58%	60%	62%	66%	69%	70%	65%	65%	69%	65%	63%	60%	64%
Деҳауз	2564	50%	52%	55%	59%	63%	64%	63%	63%	62%	59%	56%	52%	58%
Мургаб	3576	37%	38%	41%	44%	46%	47%	48%	48%	46%	43%	41%	38%	43%
Горбунова	4169	28%	30%	33%	36%	39%	42%	43%	43%	40%	36%	33%	30%	36%

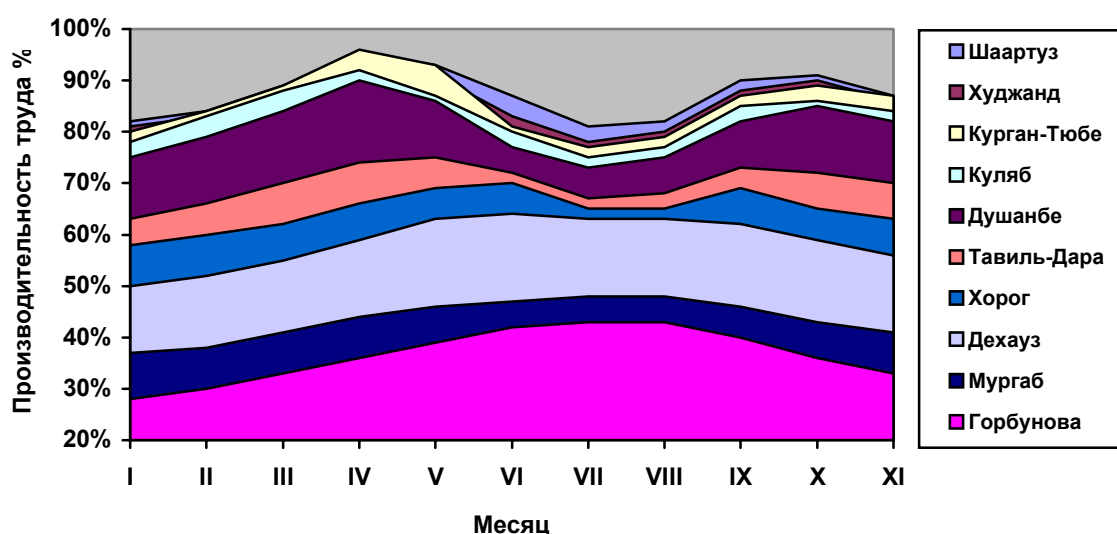


Рисунок 5. Годовой ход производительности труда в различных регионах Таджикистана. (А.Ф. Финаев ©)

Анализ полученных данных показывает, что в долинах наблюдается 2 максимума производительности труда в весенний и осенний периоды, которые связаны с наиболее комфортными климатическими условиями. В зимний и летний периоды комфортность уменьшается и снижается интенсивность трудового процесса. В высокогорье годовой ход имеет один максимум летом и минимум зимой.

Прогноз изменения трудовой деятельности по различным сценариям изменения климата

Расчет прогноза изменения трудовой деятельности на 2050 год проводился по 10 метеорологическим станциям. В качестве исходных данных использовалась прогнозируемая среднемесячная температура, предоставленная Гидрометеорологической Службой Таджикистана. Остальные параметры считались неизменными. Такой подход оправдан, так как рельеф, а значит и гипоксический фактор за этот период остается постоянным. Радиационная и влажностная составляющие изменяться мало, и по этим данным нет прогноза. Основным фактором в изменение трудового процесса будет являться изменение температуры.

Модель CCC-EQ

Потепление климата по модели CCC-EQ приведет к ухудшению комфортных климатических условий с мая по сентябрь на территориях, расположенных в низкогорных долинах. Летом ухудшение комфортности произойдет до высот 2500 м над у.м. Производительность труда снизится на 3-4%. В остальных районах и временных диапазонах будет улучшение комфортности. В целом за год произойдет увеличение БИСМ и связанное с этим увеличение производительности труда на 0,5% - 1,0%. В высокогорье на высотах выше 2500 м н.у.м. это увеличение будет на 3% (Таблица 12, Таблица 13).

Таблица 12 Годовой ход БИСМ по модели CCC-EQ (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	6.70	7.01	7.42	7.61	7.10	6.61	6.11	6.19	6.83	7.34	7.01	6.83	6.90
Худжанд	410	6.61	6.94	7.34	7.53	6.95	6.29	5.92	6.05	6.72	7.24	6.96	6.83	6.78
Курган-Тюбе	426	6.55	6.97	7.40	7.69	7.06	6.13	5.79	5.99	6.67	7.18	7.03	6.86	6.78
Куляб	604	6.36	6.88	7.28	7.45	6.62	6.03	5.71	5.85	6.47	6.96	6.79	6.81	6.60
Душанбе	804	6.10	6.53	6.93	7.28	6.56	5.87	5.52	5.67	6.25	6.81	6.62	6.46	6.38
Тавиль-Дара	1616	5.15	5.40	5.76	6.01	5.93	5.47	5.09	5.18	5.61	5.77	5.66	5.42	5.54
Хорог	2075	4.71	4.90	5.16	5.35	5.58	5.40	4.97	4.96	5.34	5.22	5.10	4.93	5.14
Дехауз	2564	4.06	4.26	4.59	4.82	5.06	5.18	4.84	4.81	5.02	4.75	4.55	4.29	4.69
Мургаб	3576	2.99	3.13	3.38	3.61	3.74	3.79	3.92	3.91	3.72	3.50	3.37	3.15	3.52
Горбунова	4169	2.31	2.50	2.73	2.92	3.18	3.37	3.52	3.46	3.22	2.91	2.70	2.44	2.94

Таблица 13. Изменение производительности труда по модели CCC-EQ (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	3.7%	5.7%	5.4%	1.1%	-3.7%	-4.4%	-4.3%	-4.0%	-3.5%	2.1%	2.4%	4.4%	0.4%
Худжанд	410	3.6%	5.5%	5.4%	1.4%	-3.6%	-4.3%	-4.3%	-3.9%	-3.5%	2.1%	2.4%	4.3%	0.5%
Курган-Тюбе	426	3.6%	5.5%	5.3%	1.5%	-3.6%	-4.3%	-4.2%	-3.9%	-3.4%	2.1%	2.4%	4.3%	0.5%
Куляб	604	3.4%	5.1%	5.1%	2.3%	-3.6%	-4.2%	-4.3%	-4.0%	-3.4%	2.0%	2.5%	4.1%	0.5%
Душанбе	804	3.3%	4.8%	5.0%	2.7%	-3.5%	-4.0%	-4.2%	-3.9%	-3.3%	1.9%	2.5%	3.9%	0.5%
Тавиль-Дара	1616	3.0%	4.3%	4.8%	2.7%	0.6%	-3.3%	-3.6%	-3.6%	-2.8%	1.8%	2.7%	3.7%	0.8%
Хорог	2075	3.0%	4.2%	4.8%	2.8%	2.3%	-3.0%	-3.4%	-3.4%	-2.7%	1.8%	2.9%	3.7%	1.0%
Дехауз	2564	3.1%	4.1%	4.9%	2.9%	2.4%	2.2%	-3.3%	-3.3%	2.0%	1.8%	3.0%	3.7%	1.8%
Мургаб	3576	3.3%	4.3%	5.2%	3.1%	2.6%	2.3%	2.5%	2.5%	2.1%	1.9%	3.5%	4.1%	3.1%
Горбунова	4169	3.6%	4.5%	5.6%	3.4%	2.7%	2.5%	2.7%	2.7%	2.3%	2.0%	3.9%	4.4%	3.3%

Модель UK-TR

Расчет БИСМ по данным модели UK-TR показал, что ухудшение комфортности произойдет в летний период (с мая по сентябрь) в долинах до 3000 м над у.м. Производительность труда снизится на 3,4%-4,5%. В высокогорье производительность труда возрастет на 3%. В среднем за год будет снижение производительности труда на 0,2-0,4% в долинах, расположенных на высотах до 1000 м над у.м. (Таблица 14, Таблица 15).

Таблица 14. Годовой ход БИСМ по модели UK-TR (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	6.66	6.78	7.22	7.60	7.10	6.63	6.11	6.17	6.80	7.36	7.02	6.69	6.84
Худжанд	410	6.57	6.72	7.14	7.51	6.95	6.31	5.91	6.03	6.69	7.26	6.97	6.70	6.73
Курган-Тюбе	426	6.52	6.76	7.20	7.68	7.06	6.14	5.78	5.97	6.64	7.20	7.04	6.73	6.73
Куляб	604	6.34	6.69	7.10	7.43	6.62	6.02	5.69	5.83	6.43	6.99	6.79	6.69	6.55
Душанбе	804	6.09	6.36	6.77	7.29	6.56	5.85	5.50	5.64	6.21	6.84	6.62	6.36	6.34
Тавиль-Дара	1616	5.15	5.29	5.64	6.03	5.92	5.44	5.07	5.16	5.57	5.81	5.65	5.35	5.51
Хорог	2075	4.72	4.80	5.06	5.37	5.59	5.36	4.95	4.95	5.30	5.26	5.09	4.87	5.11
Дехауз	2564	4.07	4.18	4.50	4.84	5.06	5.19	4.82	4.80	5.05	4.80	4.54	4.24	4.67
Мургаб	3576	3.00	3.07	3.32	3.62	3.75	3.82	3.94	3.92	3.75	3.53	3.36	3.12	3.52
Горбунова	4169	2.32	2.45	2.67	2.93	3.18	3.41	3.53	3.47	3.24	2.95	2.68	2.41	2.94

Таблица 15. Изменение производительности труда по модели UK-TR (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	3.0%	2.2%	2.5%	0.9%	-3.7%	-4.0%	-4.4%	-4.3%	-3.9%	2.4%	2.5%	2.3%	-0.4%
Худжанд	410	3.0%	2.2%	2.5%	1.2%	-3.6%	-4.1%	-4.4%	-4.3%	-3.9%	2.4%	2.5%	2.3%	-0.3%
Курган-Тюбе	426	3.0%	2.2%	2.5%	1.3%	-3.6%	-4.1%	-4.4%	-4.3%	-3.9%	2.4%	2.5%	2.3%	-0.3%
Куляб	604	3.0%	2.1%	2.5%	2.0%	-3.7%	-4.2%	-4.5%	-4.4%	-4.0%	2.4%	2.5%	2.3%	-0.2%
Душанбе	804	3.0%	2.1%	2.5%	2.9%	-3.6%	-4.2%	-4.4%	-4.3%	-3.9%	2.4%	2.5%	2.3%	-0.2%
Тавиль-Дара	1616	3.0%	2.1%	2.6%	3.0%	0.5%	-3.8%	-4.0%	-3.9%	-3.6%	2.5%	2.6%	2.4%	0.3%
Хорог	2075	3.1%	2.1%	2.7%	3.1%	2.4%	-3.7%	-3.8%	-3.7%	-3.4%	2.5%	2.6%	2.5%	0.4%
Дехауз	2564	3.3%	2.2%	2.8%	3.2%	2.5%	2.4%	-3.7%	-3.6%	2.6%	2.6%	2.7%	2.6%	1.5%
Мургаб	3576	3.7%	2.4%	3.1%	3.5%	2.7%	3.1%	2.9%	2.8%	2.9%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Горбунова	4169	4.1%	2.5%	3.3%	3.8%	2.9%	3.4%	3.1%	3.0%	3.1%	3.2%	3.3%	3.3%	3.2%

Модель GFDL-TR

Уменьшение БИСМ и производительности труда, рассчитанные по данным модели GFDL-RT, произойдет с мая по сентябрь на 2,4%-3,6% в долинах. В другие месяцы будет увеличение указанных величин на 2,0-2,5%. В среднем за год прогнозируется уменьшение производительности труда на 0,1-0,2% на высотах до 1000 м. На местности, расположенной выше, будет увеличение производительности труда на 0,3-2,5% (Таблица 16, Таблица 17).

Таблица 16. Годовой ход БИСМ по модели GFDL-RT (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	6.63	6.79	7.21	7.65	7.11	6.68	6.16	6.25	6.84	7.32	6.95	6.68	6.85
Худжанд	410	6.54	6.74	7.13	7.57	6.96	6.35	5.96	6.11	6.73	7.23	6.91	6.68	6.74
Курган-Тюбе	426	6.49	6.77	7.19	7.73	7.07	6.19	5.83	6.05	6.67	7.17	6.97	6.71	6.74
Куляб	604	6.30	6.71	7.09	7.45	6.63	6.07	5.75	5.90	6.46	6.96	6.73	6.68	6.56
Душанбе	804	6.05	6.39	6.77	7.25	6.57	5.90	5.56	5.71	6.23	6.81	6.56	6.35	6.35
Тавиль-Дара	1616	5.11	5.32	5.65	5.98	5.93	5.49	5.14	5.20	5.58	5.79	5.59	5.35	5.51
Хорог	2075	4.68	4.83	5.07	5.33	5.58	5.41	5.02	4.98	5.30	5.25	5.03	4.87	5.11
Дехауз	2564	4.03	4.21	4.51	4.80	5.06	5.18	4.88	4.83	5.05	4.78	4.49	4.24	4.67
Мургаб	3576	2.97	3.10	3.33	3.59	3.74	3.79	3.90	3.90	3.75	3.53	3.31	3.12	3.50
Горбунова	4169	2.29	2.48	2.68	2.90	3.18	3.38	3.49	3.46	3.25	2.94	2.65	2.42	2.93

Таблица 17. Изменение производительности труда по модели GFDL-RT (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	2.6%	2.4%	2.3%	1.6%	-3.5%	-3.4%	-3.6%	-3.0%	-3.4%	1.9%	1.5%	2.0%	-0.2%
Худжанд	410	2.5%	2.4%	2.4%	2.0%	-3.5%	-3.4%	-3.6%	-3.1%	-3.4%	1.9%	1.5%	2.0%	-0.1%
Курган-Тюбе	426	2.5%	2.4%	2.4%	2.1%	-3.5%	-3.4%	-3.6%	-3.1%	-3.4%	1.9%	1.5%	2.1%	-0.1%
Куляб	604	2.4%	2.4%	2.4%	2.3%	-3.5%	-3.4%	-3.5%	-3.2%	-3.6%	2.0%	1.5%	2.1%	-0.1%
Душанбе	804	2.4%	2.5%	2.5%	2.3%	-3.4%	-3.4%	-3.3%	-3.2%	-3.6%	2.0%	1.5%	2.1%	-0.1%
Тавиль-Дара	1616	2.3%	2.7%	2.7%	2.3%	0.6%	-3.0%	-2.8%	-3.1%	-3.5%	2.2%	1.5%	2.3%	0.3%
Хорог	2075	2.3%	2.8%	2.9%	2.3%	2.3%	-2.9%	-2.6%	-3.0%	-3.4%	2.3%	1.6%	2.4%	0.5%
Дехауз	2564	2.3%	2.9%	3.0%	2.4%	2.4%	2.2%	-2.4%	-2.9%	2.6%	2.4%	1.6%	2.6%	1.5%
Мургаб	3576	2.6%	3.3%	3.4%	2.6%	2.6%	2.4%	1.8%	2.3%	2.9%	2.7%	1.8%	3.0%	2.6%
Горбунова	4169	2.8%	3.6%	3.7%	2.8%	2.8%	2.6%	1.9%	2.6%	3.2%	3.0%	1.9%	3.4%	2.8%

Модель Had-CM2

Анализ результатов расчетов БИСМ и производительности труда с использованием данных модели Had CM2 показал уменьшение производительности труда с мая по сентябрь на 2,7-4,0% в долинах. В высокогорье произойдет увеличение производительности труда. В среднем за год на уровнях до 1000 м н.у.м. будет уменьшение на 0,1-0,3%, а на более высоких уровнях увеличение на 0,2-2,7% производительности труда (Таблица 18, Таблица 19).

Таблица 18. Годовой ход БИСМ по модели Had CM2 (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	6.60	6.76	7.14	7.73	7.14	6.65	6.18	6.19	6.87	7.37	6.97	6.65	6.85
Худжанд	410	6.52	6.71	7.07	7.65	7.00	6.33	5.98	6.05	6.76	7.28	6.93	6.65	6.74
Курган-Тюбе	426	6.46	6.74	7.13	7.81	7.11	6.16	5.85	5.99	6.70	7.22	6.99	6.68	6.74
Куляб	604	6.29	6.68	7.03	7.40	6.66	6.05	5.76	5.85	6.49	7.00	6.75	6.65	6.55
Душанбе	804	6.04	6.36	6.71	7.20	6.61	5.88	5.56	5.66	6.26	6.85	6.59	6.32	6.34
Тавиль-Дара	1616	5.12	5.30	5.60	5.95	5.96	5.47	5.11	5.17	5.61	5.81	5.62	5.32	5.50
Хорог	2075	4.69	4.82	5.02	5.30	5.56	5.40	4.99	4.96	5.34	5.26	5.06	4.85	5.10
Дехауз	2564	4.05	4.19	4.47	4.77	5.03	5.19	4.86	4.80	5.02	4.80	4.52	4.22	4.66
Мургаб	3576	2.98	3.09	3.29	3.57	3.72	3.79	3.92	3.91	3.73	3.53	3.34	3.10	3.50
Горбунова	4169	2.31	2.47	2.65	2.88	3.16	3.38	3.51	3.47	3.22	2.95	2.67	2.40	2.92

Таблица 19. Изменение производительности труда по модели Had CM2 (А.Ф. Финаев©)

Станция	Высота (м н.у.м.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Шаартуз	363	2.1%	1.9%	1.5%	2.7%	-3.0%	-3.8%	-3.3%	-3.9%	-3.0%	2.6%	1.8%	1.6%	-0.2%
Худжанд	410	2.1%	1.9%	1.5%	3.1%	-3.0%	-3.7%	-3.3%	-3.9%	-2.9%	2.6%	1.8%	1.6%	-0.1%
Курган-Тюбе	426	2.1%	1.9%	1.5%	3.2%	-3.0%	-3.7%	-3.3%	-3.9%	-2.9%	2.6%	1.8%	1.6%	-0.1%
Куляб	604	2.2%	2.0%	1.6%	1.6%	-3.0%	-3.8%	-3.5%	-4.0%	-3.0%	2.5%	1.9%	1.6%	-0.3%
Душанбе	804	2.2%	2.1%	1.6%	1.6%	-2.9%	-3.7%	-3.4%	-4.0%	-3.0%	2.5%	1.9%	1.7%	-0.2%
Тавиль-Дара	1616	2.4%	2.3%	1.8%	1.7%	1.2%	-3.2%	-3.2%	-3.7%	-2.8%	2.5%	2.1%	1.8%	0.2%
Хорог	2075	2.5%	2.4%	1.9%	1.7%	1.9%	-3.1%	-3.0%	-3.5%	-2.7%	2.6%	2.2%	1.9%	0.3%
Дехауз	2564	2.7%	2.5%	2.0%	1.8%	1.9%	2.3%	-3.0%	-3.4%	2.1%	2.7%	2.3%	2.1%	1.2%
Мургаб	3576	3.1%	2.9%	2.3%	2.0%	2.1%	2.5%	2.3%	2.7%	2.3%	2.9%	2.7%	2.4%	2.5%
Горбунова	4169	3.5%	3.2%	2.5%	2.1%	2.2%	2.7%	2.5%	2.9%	2.5%	3.2%	2.9%	2.7%	2.7%

Сравнение результатов расчетов производительности труда по четырем сценариям показало, что при повышении температуры воздуха произойдет ухудшение комфортных условий на территориях расположенных на высотах до 1500 м н.у.м. Сценарий CCC-EQ создает более благоприятные условия, чем остальные три модели, данные по которым не очень сильно отличаются друг от друга (Рисунок 6).

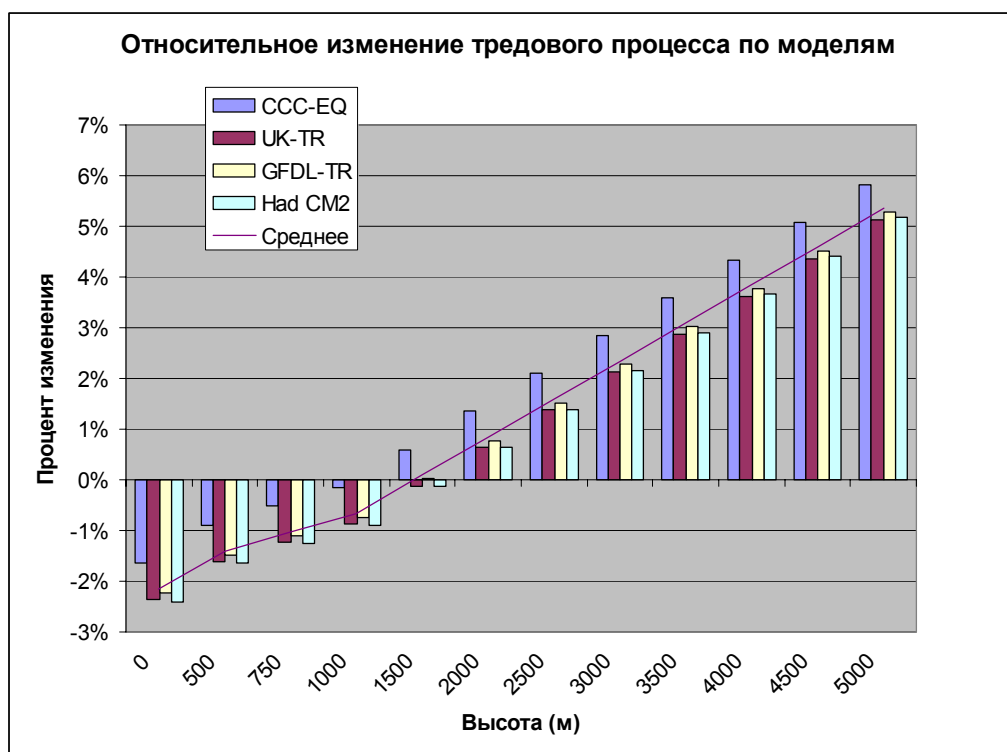


Рисунок 6. Среднегодовое изменение трудовой деятельности (А.Ф. Финаев ©).

Выводы

Оценка изменения биоклиматических условий воздействующих на человека показала, что прогнозируемые изменения температуры воздуха повлияют на энергетические затраты организма. Это приведет к изменению энергозатрат для выполнения одной и той же работы, а значит, к изменению производительности труда. Полученные результаты показали, что производительность труда существенным образом меняется в течение года и в зависимости от высоты.

Сравнение современного состояния биоклиматических условий с прогнозируемым показало, что к 2050 году произойдет изменение комфортности проживания и связанной с этим производительности труда. Используемые четырем сценариям изменения климата дают похожие результаты, которые отличаются только интенсивностью.

На территориях расположенных на высотах до 1500 м н.у.м. в среднем за год произойдет ухудшение комфортности и производительности труда до 2,5%. В летние месяцы на этих территориях уменьшение указанных параметров может достигать 4,5% (модель UK-TR). На этих территориях проживает основная часть населения.

Комфортность районов, расположенных на высотах выше 1500-2000 м н.у.м. улучшиться.

Результаты такого анализа создают основу для разработки методики оптимизации труда, а именно:

- выбор благоприятного времени года для проведения определенного вида работ в конкретном районе (приводит к снижению расходов на работы в низко производительные, неэффективные периоды года);
- выбор суточного режима труда и отдыха (увеличивает производительность труда);
- разработка адаптационных мероприятий при перемещении работников из долин в высокогорье или из холодного климата в жару и наоборот (приводит к снижению заболеваемости и увеличению производительности труда);
- разработка коэффициентов оплаты труда в зависимости от природно-климатических условий (обосновывает введение коэффициентов оплаты, увеличивает заинтересованность лиц при работе в труднодоступных районах);
- планирование изменения питания населения, в связи с изменением энергозатрат.

Оптимизация трудового процесса может привести к значительному экономическому эффекту за счет рационального использования трудовых ресурсов и денежных средств.

Обозначения

БИСМ (BISM)	Биоклиматический Индекс Суровости Метеорежима
T	температура воздуха в °C
P	атмосферное давление в gPa
V	скорость ветра в м/с
F	относительная влажность воздуха в %
H	высота местности над уровнем моря в м.
Tk	коэффициент температуры воздуха
Wk	коэффициент влажности воздуха
Rk	коэффициент солнечной радиации
T'	радиационная поправка к температуре воздуха
Kp	коэффициент приведения
We	производительность труда

Литература

- Malckaire J.B.* The TLV work-rest regimens for occupational exposure to heat: a review of their development // Ann. Occup. Hyg. – 1979. - Т. 22, No. 1. - P. 55-62.
- Soula C., Scherrer I. et al.* Aspects musculaires, sensories, psychologiques of soctaux de la fatigue // Arct. Mal. Prof. - 1961. - Т. 22. - P. 419-495.

- Белкин В.Ш., Полтораки Г.И.* Некоторые медико-биологические аспекты изучения горных районов Таджикистана // Симпозиум, съезд географического общества в Душанбе. – Душанбе: Дониш, 1983 - С. 19-21.
- Белкин В.Ш., Соколов Л.Н., Финаев А.Ф.* Особенности биоклиматического районирования горных территорий // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по биоклиматологии человека (28-29 апреля 1989 года) – Ленинград: Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 1989 - С. 15-16.
- Виноградов М.И.* Физиология трудовых процессов. – М.: Медицина, 1966. – 367 с.
- Миррахимов М.М., Гольберг Н.Н.* Высокогорная дизадаптация человека (методические рекомендации). – М.: 1981. – 35 с.
- Справочник по климату СССР // Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1966. - Вып. 31. - Часть I. - 68 с.
- Справочник по климату СССР // Температура воздуха и почвы.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1966. - Вып. 31. - Часть II. - 228 с.
- Справочник по климату СССР // Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров.* – Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. - Вып. 31. - Часть IV. - 212 с.
- Финаев А.Ф.* Влияние солнечной радиации на Биоклиматический Индекс Суровости Метеорологического Режимы (БИСМ) // Изв. Академии Наук Республики Таджикистан. Отд. Наук о Земле – Душанбе: 1994. - № 2.
- Шахпаронов В.В., Дорин В.З., Карралин Г.Г.* Организация строительства в особых природно-климатических условиях (справочник строителя). – Москва: Стройиздат. - 1986. – 255 с.