

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»

Утверждено на заседании кафедры
«Охрана труда и окружающей среды»
« 24» 01 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



В.М. Панарин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ)
ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

с направленностью (профилем)
Безопасность труда

Формы обучения: очная, заочная

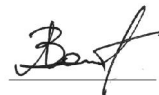
Идентификационный номер образовательной программы: 200301-02-22

Тула 2022 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
методических к практическим (семинарским) занятиям
по дисциплине(модулю)

Разработчик:

Волков А.В., доцент, канд.техн.наук, доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ЦЕЛЬ РАБОТ

Целью освоения дисциплины (модуля) является обеспечение комплексной, всесторонней и качественной подготовки квалифицированных, конкурентоспособных специалистов в области техносферной безопасности на основе формирования у обучающихся компетенций, определяющих высокий уровень развития личностных качеств, а также компетенций, характеризующих способность и готовность обучающегося выполнять профессиональные функции, в соответствии с требованиями ФГОС по данному направлению подготовки с учётом направленности (профиля) образовательной программы, а именно овладение культурой безопасности жизни, профессиональной и иной деятельности в средовом окружении, при которой вопросы безопасности и сохранения окружающей среды, включая ресурсы биосферы и её конкретных экологических систем, рассматриваются в качестве важнейших приоритетов деятельности; развитие способности к анализу изменений окружающей среды, её критических состояний природного и антропогенного происхождения, к разрешению проблемных ситуаций, возникающих в сфере промышленной экологии.

При проведении практических (семинарских) занятий решаются следующие задачи:

- формирование комплекса базовых знаний в сфере общей экологии и навыков профессиональной деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности в чрезвычайных ситуациях природного генезиса, навыков взаимодействия с органами надзора и контроля в области обеспечения техносферной безопасности;

- знакомство с принципами нормирования антропогенного воздействия на окружающую природную среду, источником которого выступают технологии природопользования;

- знакомство с процедурами контроля за соблюдением государственных требований в области обеспечения техносферной безопасности.

КОМПЛЕКСНОЕ РАСЧЁТНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Подбор теплоизоляционных свойств зимней защитной одежды работников сферы природопользования на основе оценки биоклиматических характеристик территории

Задачи работы:

- ознакомиться с представлениями о комфортности окружающей природной среды, влияющей на качество жизни и безопасность труда человека;
- сформировать теоретическое представление о потенциале ландшафтов освоения; природных факторах, определяющих экологический потенциал ландшафтов; механизмах терморегуляции организма человека;
- рассчитать численные значения биоклиматических индексов, характеризующие условия жизни и трудовой деятельности в границах территорий Европейской части РФ;
- оценить риски трудовой деятельности на открытом воздухе в зимнее время года;
- рассчитать теплоизоляционные свойства защитной рабочей одежды, обеспечивающей безопасное и комфортное выполнение трудовых операций.

Теоретическая часть работы

Во второй половине XX столетия к группе экологических стали причислять проблемы взаимодействия технологий с окружающей природной средой. В дальнейшем научное направление, лежащее на стыке естествознания, обществознания и технoзнания, получило название “геоэкология”.

Часто геоэкологию интерпретируют как науку о комфортности географической среды¹. В этом случае целью исследований является установление степени благоприятности и комфортности условий жизнедеятельности человека на данной территории. Термин “комфорт” является производным от английского слова *comfort* – совокупность бытовых условий. Однако еще в античности существовал подход к оценке местности по условиям проживания человека.

Окружающая природная среда, рассматриваемая совместно с техногенной и социальной средами, формирует непосредственную среду жизнедеятельности человека и влияет на качество жизни и состояние его здоровья. *Качество жизни* – комплексная характеристика экономических, социальных и экологических факторов окружающей среды, определяющая характер и интенсивность деятельности человека. Интегральным показателем качества жизни служит средняя продолжительность жизни.

¹ Мильков Ф.Н. Геоэкология как междисциплинарная наука о комфортности географической среды и оптимизации ландшафта// Изв. РГО. 1997. Вып. 3, с. 54-58.

В целом качество среды, обеспечивающее высокую продолжительность жизни, – понятие антропоцентрическое. Благоприятное качество среды, обеспечивающее безопасные или оптимальные условия жизнедеятельности, различается для разных групп населения и меняется во времени в связи с адаптацией или дезадаптацией организма человека к условиям окружающей среды. Качество среды регулируется санитарно-гигиеническими нормативами (*норматив санитарно-гигиенический* – показатель состояния окружающей среды, поддержание которого гарантирует безопасные или оптимальные условия жизни человека).

Характеристику меры возможного выполнения ландшафтом своих эколого-экономических функций, отражающую степень участия территории в удовлетворении потребностей общества, называют *потенциалом ландшафта*. *Экологические* функции состоят в удовлетворении потребностей человека как части живой природы в первичных средствах существования: свете, тепле, воде и пище. *Ресурсная* группа функций связана с обеспечением общественного производства сырьем и энергией. Способность системы противостоять внешним стрессам любой природы и восстанавливать свою структуру после их исчезновения вкладывают в понятие “потенциал устойчивости”. По мнению профессора А.Г. Исаченко, количественное выражение потенциала устойчивости служит интегральной характеристикой ландшафта, поскольку только система в устойчивом состоянии способна в полной мере выполнять свои функции.

Экологический потенциал ландшафта имеет прямое отношение к экологии человека и проявляется в здоровье, типичных рационах питания, приемах ведения домашнего хозяйства, культуре и других особенностях человеческих коллективов. Индикаторами экологического потенциала служат демографические показатели и специфический набор заболеваний, обусловленный *климатическими*, геофизическими, геохимическими, почвенными и биотическими характеристиками территории.

Индикаторами называют также отдельные свойства геосистемы, оказывающие антропогенное и патогенное влияние на популяционное здоровье, условия труда и отдыха населения. Для каждой территории лимитирующим фактором являются закономерные сочетания метеозлементов. Климат и погода определяют степень термической комфортности среды, условия работы на открытом воздухе, рекреационные возможности территории. Оценка влияния метеозлементов на процессы терморегулирования в организме человека и на его тепловое состояние является важнейшей задачей научного направления – *биоклиматология*.

Теплообмен животных и человека с окружающей средой крайне сложен для моделирования. Поэтому применяют упрощенные модели: горизонтальный цилиндр – для четвероногих животных, вертикальный цилиндр – для человека. При этом полагают, что основную роль в теплообмене играет именно туловище, а не конечности¹. Общий тепловой баланс организма обычно представляют в следующем виде, [Вт/м²]:

¹ Оке Т.Р. Климаты пограничного слоя/ Пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат. 1982. – 360 с.

$$Q_B + Q_M = Q_H + Q_E + Q_G + \Delta Q_S,$$

где Q_B – полный радиационный баланс элемента поверхности тела; Q_M – удельная продукция тепла при метаболических процессах; Q_H и Q_E – турбулентный обмен теплом и влагой между животным и средой; Q_G – теплообмен животного с грунтом; ΔQ_S – изменение энтальпии, отнесенное к единице площади (рис. 1).

Энтальпия (от греч. *enthalpo* – нагреваю) – однозначная функция состояния термодинамической системы. При постоянном давлении изменение энтальпии равно количеству теплоты, подведенной к системе. Поэтому энтальпию называют также тепловой функцией или теплосодержанием системы. В состоянии термодинамического равновесия она минимальна.

В этом балансе Q_M служит основным источником тепла, а Q_B – дополнительным. Компоненты Q_H и Q_G являются источниками тепла в том случае, если окружающий воздух или грунт имеют температуру, превышающую температуру тела животного. В остальных случаях Q_H , Q_E и Q_G характеризуют потери тепла¹. Для большинства теплокровных животных ΔQ_S близко к нулю в силу достаточно узкого диапазона толерантности по температуре. В случае, если животное не лежит в норе или не погружено в воду, процессами молекулярной теплопроводности пренебрегают.

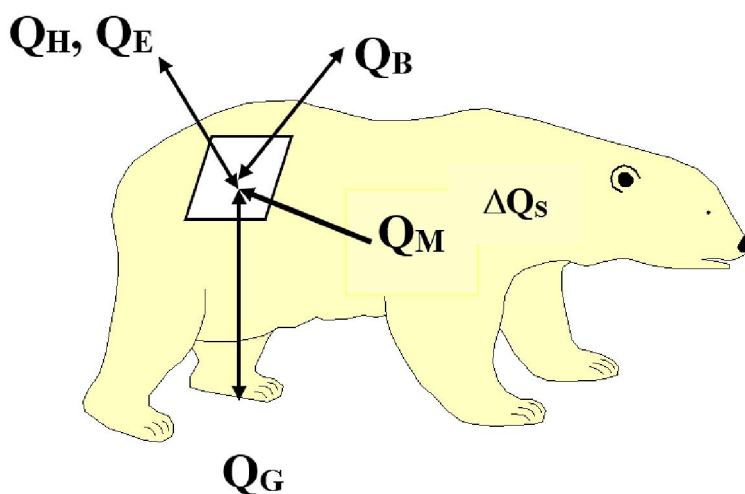


Рис. 1. Компоненты теплового баланса животного

¹ Составляющие теплового баланса характеризуют теплообмен, осредненный по поверхности тела, то есть независимо от того, принимает ли участие в теплообмене какая-либо часть тела или нет. Не учитывается также поглощение организмом тепла, отраженного от неоднородностей подстилающей поверхности, изменение коэффициента отражения животного и ряд других эффектов.

Полное количество тепла, выделяемое в ходе обмена веществ, зависит от параметров окружающей природной среды, характера питания, размеров организма, его возраста и уровня активности (табл. 1).

Таблица 1

Выделение метаболического тепла Q_M взрослым человеком, Вт/м²

Вид деятельности	Выделение тепла*	Вид деятельности	Выделение тепла
Состояние покоя:		Работа:	
сон	40	канцелярская	50-70
положение сидя	60	домашняя	90-200
положение стоя	70	тяжелая физическая	350
Ходьба со скоростью		Ходьба со скоростью	
3,2 км/час	120	3,2 км/час и уклоне 5 %	170
5,6 км/час	190	15 %	270
8,0 км/час	340	25 %	390
* Метаболическое тепло, отнесенное к единице площади поверхности обнаженного человеческого тела. Площадь этой поверхности – площадь Дюбуа – равна примерно 1,7 м ² .			

Компонента Q_M складывается из энергии основного метаболизма и тепла, выделяемого при мускульной деятельности. Основной метаболизм – это обмен веществ в состоянии покоя при оптимальной температуре окружающей среды. С возрастом основной метаболизм уменьшается. Численные его значения близки к 60 Вт/м². При повышенной активности организма вклад мускульной деятельности может превышать основной метаболизм почти на порядок.

Особенности терморегуляции человека связаны с вертикальным положением его тела, отсутствием теплоизолирующего мехового покрова и интенсивным потоотделением в качестве механизма охлаждения.

В состоянии покоя одетый человек испытывает комфорт, если температура окружающего воздуха не превышает 22-25°C. В этих условиях организм поддерживает тепловой баланс, не прибегая к терморегуляции. Если же человек находится в помещении со слабым движением воздуха, то метаболическое тепло компенсируется радиационными потерями (60 %), потерями за счет турбулентного теплообмена (15 %) и испарением влаги через кожный покров и легкие (25 %).

В случае, если температура окружающей среды опускается ниже оптимальных значений, начинают срабатывать механизмы терморегуляции. Одна из первых реакций – сужение периферических кровеносных сосудов, вызывающее увеличение теплового сопротивления кожи и снижение теплоотдачи с ее поверхности. Другой механизм – появление “гусиной” кожи для усиления теплоизолирующих свойств волосяного покрова. Обычно при температуре кожи около 19 °C одетый человек начинает дрожать, что свидетельствует об усилении генерации тепла с помощью мускульной деятельности. Проявляются и другие реакции: человек поеживается, делается активнее, одевает теплую одежду. Если потери тепла не компенсируются его поступлением, начинает снижаться

температура тела. При температуре ниже 35°C прекращается терморегуляция, а при 26°C неизбежен летальный исход.

Человек чувствует холод не только при низких температурах воздуха, но и при сильном ветре: резко увеличивается интенсивность потерь тепла за счет турбулентного обмена. Это дополнительное охлаждение именуют “ветровым холодом”. Значительные потери тепла имеют место при погружении человека в холодную воду; обычно они превышают метаболическое тепло в два раза. Движение в воде не ведет к генерации тепла, а лишь к еще большим его потерям.

При высоких температурах воздуха организм стремится увеличить потери тепла для поддержания теплового равновесия. Однако, в данном случае, генерация метаболического тепла не подлежит регулированию, поскольку она и так минимальна. Поступление же мускульного тепла может вызвать отрицательный эффект. При температуре воздуха около 35 °C турбулентные потери приближаются к нулю, а радиационные потери заметно уменьшаются. Поэтому существуют две основные реакции на избыточное тепло: уменьшение внутренней теплоизоляции кожи при расширении кровеносных сосудов и отвод тепла с потоотделением. При температуре воздуха более 35 °C все притоки тепла компенсируются потоотделением через поры кожи. Интенсивность охлаждения зависит от влагосодержания воздуха и скорости ветра. Во влажном и жарком климате этот механизм также перестает быть эффективным. Максимальная интенсивность потоотделения у нормального человека составляет около 1 кг/час, что эквивалентно максимальным потерям тепла около 375 Вт/м². При массе человека 80 кг потери с водой менее 2 % этого количества вызывают сильную жажду, при 8 % затрудняется речь, выше 12 % – нарушается координация движений, а при потерях 18-20 % массы обезвоживание ведет к летальному исходу.

Сокращает приток тепла и вертикальное положение тела: когда прямая солнечная радиация наиболее интенсивна, воспринимающая ее площадь тела человека минимальна. Особенности терморегуляции имеют связь и с цветом кожи. В темную кожу радиация проникает на глубину 0,4 мм, а в светлую – на глубину 2 мм и далее заметно влияет на теплобаланс.

Основная роль одежды – это теплоизоляция, то есть создание высокого термического сопротивления на границе кожа – воздух. В условиях холодного климата одежда препятствует потерям тепла, а в условиях жаркого климата – поступлению тепла к телу. Теплоизоляционные свойства одежды зависят от влажности и скорости ветра. Термическое сопротивление влажной одежды резко уменьшается.

В начале XXI века плотность населения менее 2 человек на км² отмечается на 85 % территории России. Зона вечной мерзлоты занимает свыше 70 % ее территории, а из 17 млн км² лишь около 3 млн может быть отнесено к районам с благоприятными природными условиями для *постоянного* проживания населения¹. Сырьевая направленность отечественного экспорта обуславливает не-

¹ Районирование территории России по степени экстремальности природных условий для жизни// Известия РАН. Серия географическая. 1992, № 6, с. 16.

обходимость дальнейшего освоения северных и восточных районов с экстремальными природными условиями². Это сопряжено со значительными финансовыми затратами, в том числе предназначенными для относительной компенсации неблагоприятных условий жизнедеятельности человека. В этой ситуации задача районирования территории по природным условиям жизни людей и возможностям ее хозяйственного освоения приобретает особую актуальность.

Во второй половине 80-х годов в Институте географии РАН приступили к решению этой задачи. Путем наложения климатических, медицинских, физико-географических и социально-экономических карт была разработана карта “Районирование территории Севера и Востока СССР по природным условиям жизни населения”. При построении результирующей карты проводилось осреднение контуров, выделенных на тематических картах, и их корректировка с целью максимально возможного совмещения с границами административных районов. Установленные зоны получили названия абсолютно дискомфортная, экстремально дискомфортная, дискомфортная, относительно дискомфортная и комфортная. Первые две примерно соответствуют районам Крайнего Севера.

Методика районирования территории по условиям жизнедеятельности населения базируется на расчете так называемых *биоклиматических индексов* для разных сезонов года. Набор подобных индексов достаточно широк.

Индекс³ теплосодержания воздуха i , ккал/кг:

$$i = 0,24 \cdot T + 0,622 \cdot (e / [1006,6 - e]) \cdot (595 + 0,46 \cdot T)^{1,2} \quad \text{[формула1]}$$

Индекс теплопотерь– влажного охлаждения – человека N_{wE} (для условий Европейской территории РФ), мкал/(см²·ч):

$$N_{wE} = 0,48 \cdot N_w; \quad \text{[формула2]}$$

$$N_w = N - (0,085 + 0,102 \cdot V^{0,3}) \cdot (61,1 - e)^{0,75},$$

где 0,48 – эмпирический коэффициент, позволяющий использовать индекс в условиях ЕТР; $N = (0,13 + 0,47 \cdot V) \cdot (36,6 - T)$.

Индекс жесткости погоды Бодмана S , баллы:

$$S = (1 - 0,04 \cdot T) \cdot (1 + 0,272 \cdot V). \quad \text{[формула3]}$$

Обозначения к формулам: T – температура окружающего воздуха, °С; V – скорость ветра, м/с; e – текущая упругость водяного пара, гПа; E – абсолютная упругость водяного пара, гПа, $\phi = (e / E) \cdot 100$ – относительная влажность воздуха, %.

Важно подчеркнуть: набор биоклиматических индексов весьма широк, но в данной работе практическое применение находят только эти, указанные

² Приваловская Г.А. Ресурсопользование в современных условиях России// Известия РАН. Серия географическая. 1999, № 3, с. 13-21.

³ 1 кал = 4,1868 Дж. 1 кал/(см²·мин) = 697,8 Вт/м². “м” – милли – 10⁻³.

выше, индексы. Дополнительную информацию по индексам можно получить в сети Интернет.

Упругостью водяного пара e называют парциальное давление водяного пара в атмосфере. Величина e зависит от количества водяного пара в единице объема воздуха и с высотой быстро убывает: $1 \text{ гПа} = 1 \text{ мбар} = 10^2 \text{ н/м}^2$.

Абсолютной упругостью водяного пара, или упругостью насыщения, E именуют упругость водяного пара, максимально возможную при данной температуре воздуха и атмосферном давлении. Величина E увеличивается с ростом температуры. По достижении упругости насыщения начинается конденсация водяного пара.

Индекс i характеризует содержание тепла в единице массы воздуха, обусловленное кинетической энергией молекул и возможностью фазовых переходов, имеет высокую корреляцию с эффективной температурой ($r = 0,97$) и четкий физический смысл. Он вычисляется по среднегодовым значениям температуры воздуха и упругости водяного пара, осреднённые за каждый сезон года, — зиму, весну, лето и осень. Значения индекса могут быть положительными и отрицательными; территории со значениями менее -2 относят к абсолютно дискомфортной зоне *в зимний период года*.

Индекс N_{wE} отражает интенсивность потерь тепла человека в воздушном потоке определенной температуры и влажности. Обычно влажный ветровой поток усиливает дискомфортное состояние человека. На территории РФ величина индекса в большинстве случаев меняется в диапазоне $20 \dots 70 \text{ мкал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$. Территории с *зимними* значениями, превышающими $70 \text{ мкал}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч})$, относят к абсолютно дискомфортной зоне.

Индекс жесткости погоды Бодмана Широко применяется в практике полярных исследований как индикатор ощущения холода человеком и в значительной степени характеризует роль ветра. Большие значения индекса отражают высокую повторяемость метеорологических явлений, осложняющих жизнедеятельность человека: метелей, перепадов давления и других. При значениях индекса, превышающих 4 и рассчитанных по *средним за сезон года* значениям V и T , затруднено ведение работ или вообще невозможно передвижение по открытому воздуху, повышается риск обморожений и потери ориентировки на местности, требуется ветрозащитная одежда и летом, и зимой, возрастает потребность в высококалорийном питании, увеличиваются расходы на энергоносители.

Наиболее комфортным (благоприятным) признается такое сочетание метео-элементов: температура воздуха — от 18 до 20°C , относительная влажность — от 30 до 70% , скорость ветра — от $0,05$ до $0,07 \text{ м/с}$. Однако различные эмпирические зависимости определяют зону комфорта неодинаково. Также субъективны и неоднозначны представления относительно пороговых значений показателей. Более того, биоклиматические показатели имеют условный характер, поскольку *характеризуют обнаженное тело*, и не вполне соответствуют фактическим теплоощущениям человека. Всё это осложняет сопоставимость результатов различных региональных исследований.

Обычно в качестве пороговых (*нормативных*) принимают следующие значения биоклиматических показателей (табл. 2).

Таблица 2

Критерии принадлежности территории к той или иной биоклиматической зоне

Индекс	Биоклиматическая зона*				
	V	IV	III	II	I
	Комфортная	Относительно дискомфортная	Дискомфортная	Экстремально дискомфортная	Абсолютно дискомфортная
i	более 4	от 2 до 4	от 0 до 2	от -2 до 0	менее -2
H_w	менее 40	от 40 до 50	от 50 до 60	от 60 до 70	более 70
$S_{\text{Бодмана}}$	менее 2,5	от 2,5 до 3	от 3 до 3,5	от 3,5 до 4	более 4
* Территория однозначно относится к данной биоклиматической зоне в случае, если выполняются критерии по крайней мере для двух индексов.					

Согласно СанПиН «Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний», оценка климатических условий труда персонала в зимнее время (при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях) проводится по уравнению т.н. множественной регрессии вида:

$$\text{ИПУО} = 73,882 - 0,6036 \cdot T + 1,3096 \cdot V - 9,1985 \cdot L - 0,1553 \cdot Q,$$

где ИПУО – интегральный показатель условий охлаждения человека; T – температура окружающего воздуха, средняя за зимний сезон, °C; V – величина скорости ветра, средней за зимний сезон, м/с; L – рекомендуемая величина теплоизоляционных свойств зимней рабочей одежды, относительные единицы (КЛЮ; в теории, определяется для *сидящего человека*); Q – уровень энергозатрат человека при выполнении работы определённой степени тяжести, Вт.

Величина L определяется по следующей формуле (табл. 3):

$$L = 0,196 \cdot z^2 - 2,746 \cdot z + 9,764,$$

где z – принятый по экспертным оценкам или *рассчитанный по биоклиматическим индексам номер биоклиматической зоны* (см. табл. 2; I...V), подставляемый в формулу в стандартном написании (например, если III, то z = 3 и т.д.).

Таблица 3

Оценка теплозащитных свойств зимней рабочей одежды (КЛЮ)

Номер биоклиматической зоны, z		Характеристика условий труда и проживания на территории	Величина L (оценка)
V	5	Комфортные	До 1
IV	4	Относительно дискомфортные	1,8...2,8
III	3	Дискомфортные	3...3,5

II	2	Экстремально дискомфортные	5
I	1	Абсолютно дискомфортные	7

Величина энергозатрат человека в формуле ИПУО (Q) рассчитывается по формуле:

$$Q = q \cdot S, S = (M^{0,425} \times H^{0,725}) / 139,198,$$

где S – площадь поверхности тела человека, масса которого – M (кг), а рост – H (см; сантиметры!!); эта величина именуется поверхность Дюбуа, м²; q – удельные энергозатраты человека при выполнении работы определённой степени тяжести (табл. 4), Вт/м².

Таблица 4

Удельные энергозатраты при выполнении работ различной степени тяжести

Категория работ	Её характеристика	Оценка величины q, Вт/м ²
Ia	Лёгкая, выполняемая сидя	69
Iб	Лёгкая, выполняемая сидя, стоя или при ходьбе	88
IIa	Средней степени тяжести, связанная с ходьбой и перемещением лёгких грузов (ручной инструмент)	113
IIб	Средней степени тяжести, связанная с перемещением грузов до 10 кг	145
III	Тяжёлая, связанная с перемещением грузов свыше 10 кг, требующая больших физических усилий	177

Результаты комплексного оценивания показателя условий труда человека в зимнее время (величины индекса ИПУО – интегрального показателя условий охлаждения), включая риски трудовой деятельности на открытом воздухе, сопоставляются с данными табл. 5.

Таблица 5

Гигиеническая оценка условий труда при ведении работ на открытом воздухе в зимнее время (или в неотапливаемых помещениях), в зависимости от величины показателя ИПУО

ИПУО, баллы	Класс условий труда	Характеристика класса и сопутствующие риски БЖД
До 25	1	Оптимальный (риски отсутствуют; дополнительные защитные мероприятия не требуются)
26...32	2	Допустимый (малый или переносимый риск;

		особые мероприятия не требуются, но уязвимые люди старшего возраста нуждаются в дополнительной защите)
33...38	3.1	Вредный (умеренный риск; требуются дополнительные защитные мероприятия)
39...46	3.2	Вредный (существенный риск; требуется реализация мероприятий в установленные сроки)
47...51	3.3	Вредный (высокий, непереносимый риск; неотложные меры по его снижению)
52...57	3.4	Вредный (очень высокий, непереносимый риск; нельзя начинать работы или продолжать их для снижения риска)
Более 57	4	Опасный или экстремальный (сверхвысокий риск; работы выполняются только по специальным регламентам – ведомственным, отраслевым, профессиональным и/или при непрерывном мониторинге функций организма)

Практическая часть работы.

Задание для выполнения

1. **Оформить титульный лист отчёта** по выполнению работы, в соответствии с требованиями ИИ-ТулГУ; записать название и задачи работы.

2. **Письменно** дать определения и ответить на вопросы:

- что включают в понятие “среда жизнедеятельности” человека;
- что понимают под “качеством жизни” человека; его интегральный показатель;
- понятие потенциала ландшафта;
- перечислить индикаторы экологического потенциала ландшафта;
- привести формулу общего теплового баланса организма человека;
- что называют “ветровым холодом”;
- самостоятельно сформулируйте понятие “биоклиматический индекс”; приведите примеры таких индексов.

3. Ознакомится с организацией исходных данных для выполнения расчёта – приложение № 1.

Внимание: все климатические характеристики регионов работ заимствованы из СП «Строительная климатология». **Считать величину скорости ветра одинаковой** для каждого месяца двух выделенных диапазонов.

Рассчитать **средние за каждый сезон года**, то есть за зиму, весну, лето и осень, значения климатических показателей: Т, V, e. При расчёте средней за сезон температуры воздуха не «терять» знак численного показателя!

Примеры: $V_{\text{ЗИМА}} = (V_{\text{ХП}} + V_{\text{I}} + V_{\text{II}}) / 3$.

$T_{\text{ЗИМА}} = (T_{\text{XII}} + T_{\text{I}} + T_{\text{II}}) / 3$; $T_{\text{ВЕСНА}} = (T_{\text{III}} + T_{\text{IV}} + T_{\text{V}}) / 3$; $T_{\text{ОСЕНЬ}} = (T_{\text{IX}} + T_{\text{X}} + T_{\text{XI}}) / 3$.

4. Оперирова исключительн **средними за каждый сезон года** величинами T , V , e , рассчитать биоклиматические индексы i , H_{wE} , S (соответственно, по формулам № 1, 2, 3 данных МУ).

5. Привести результаты расчёта трёх биоклиматических индексов в виде **графиков сезонного изменения величин индексов**: по горизонтальной оси откла-дываются четыре интервала – сезона года (т.н. «точка записи» – середина каждого интервала), по вертикальной – значения индекса. Далее эти значения соединяются плавной линией.

6. Сравнить расчётные значения всех трёх индексов, рассчитанных исклю-чительно **для сезона «Зима»**, с нормативными значениями (см. табл. 2).

Определить принадлежность территории освоения к той или иной биокли-матической зоне (величину показателя z) **на основании совпадения заключения об индексе зоны по каким-либо двум или всем трём индексам**.

7. Сформулировать **в письменном виде** заключение о возможных нарушении здоровья в данной биоклиматической зоне (см. приложение 2).

8. Рассчитать величину индекса **ИПУО**.

Для этого использовать средние за зиму величины температуры воздуха (T , со знаком «минус») и скорости воздуха (V).

Принять удельные энергозатраты по табл. 4 по категории работ **IIa**.

При расчёте показателя S – величины поверхности Дюбуа, использовать значения массы тела (M , кг) и роста (H , см) **своего организма**.

9. Письменно сделать заключение о рисках трудовой деятельности в зим-нее время(см. табл. 5) и необходимости реализации дополнительных защитных мероприятий, обеспечивающих безопасные условия эффективного труда, сни-жающие негативное влияние экологических (климатических) факторов трудо-вого процесса на человека.

Приложение 1

Вариант 1: г. Владимир

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T , °C	-11,4	-10,6	-5,1	3,8	11,6	15,8	18,1	16,2	10,4	3,4	-3,1	-8,8
V , м/с	3,7			2,9						3,7		
e , гПа	2,7	2,7	3,6	6,0	8,8	12,6	14,9	14,2	10,4	6,8	4,6	3,4

Вариант 2: г. Вологда

Метео-элемент	Месяцыгода											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T , °C	-11,8	-11,4	-6,4	2,1	9,5	14,4	16,9	14,7	9	2,5	-3,6	-9,2
V , м/с	5,2			4,0						5,2		
e , гПа	2,5	2,5	3,1	5,5	8,2	12,2	14,7	13,8	9,9	6,7	4,4	3,2

Вариант 3: г. Воронеж

Метео-элемент	Месяцыгода											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T , °C	-9,3	-9,2	-4,1	5,9	14	18	19,9	18,7	12,8	5,6	-1,1	-6,7

V, м/с	4,6			3,5							4,6	
e, гПа	3	3	4	6,9	9,3	12,5	14,9	14,2	10,2	7,3	5,1	4

Вариант 4: г. Нижний Новгород

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-12	-11,6	-5,6	3,4	11,2	16,3	18,1	16,3	10,7	3,2	-3,6	-9,2
V, м/с	4,1			3,3							4,1	
e, гПа	2,6	2,5	3,4	5,9	8,6	12,2	15	14	10,1	6,7	4,4	3,3

Вариант 5: г. Калуга

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-10	-9,6	-4,9	3,8	11,9	15,5	17,6	16	10,5	4,2	-2	-7,4
V, м/с	4,0			3,0							4,0	
e, гПа	2,9	2,9	3,8	6,3	9,5	13,2	15,3	14,8	10,6	7	4,9	3,7

Вариант 6: г. Кострома

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-11,8	-11,3	-6	2,6	10,5	15,2	17,6	15,5	9,7	3	-3,6	-9
V, м/с	5,0			3,7							5,0	
e, гПа	2,6	2,6	3,4	5,7	8,6	12,6	15,1	14,1	10,2	6,8	4,5	3,3

Вариант 7: г. Краснодар

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-1,8	-0,9	4,2	10,9	16,8	20,4	23,2	22,7	17,4	11,6	5,1	0,4
V, м/с	2,9			2,8							2,9	
e, гПа	5	5,3	6	8,8	12,7	16,4	18	17,2	13,3	10	7,9	6

Вариант 8: г. Курск

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-8,6	-8,4	-3,4	5,8	13,7	17,4	19,3	18,2	12,6	5,6	-0,9	-6,2
V, м/с	4,5			3,5							4,5	
e, гПа	3,3	3,3	4,3	6,9	9,5	12,7	15	14,6	10,7	7,3	5,4	3,9

Вариант 9: г. Санкт-Петербург

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-7,7	-7,9	-4,2	3	9,6	14,8	17,8	16	10,8	4,8	-0,5	-5,1
V, м/с	3,3			2,8							3,3	
e, гПа	3,4	3,2	3,7	5,7	8	11,9	14,7	14,4	10,9	7,6	5,5	4,2

Вариант 10: г. Москва

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-10,2	-9,6	-4,7	4	11,6	15,8	18,1	16,2	10,6	4,2	-2,2	-7,6
V, м/с	4,1			3,4							4,1	
e, гПа	2,8	2,9	3,7	6	8,9	12,4	14,7	14,2	10,4	6,9	4,8	3,6

Вариант 11: г. Орел

Метео-элемент	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

T, °C	-9,2	-9,2	-4,4	4,8	12,8	16,8	18,8	17,4	11,6	4,8	-1,4	-6,8
V, м/с	5,9			4,0							5,9	
e, гПа	3,2	3,1	4	6,9	9,6	13	15	14,4	10,6	7,3	5,1	4

Вариант 12: г. Рязань

Метео-элемент	Месяцыгода											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-11,1	-10,4	-5,4	4,1	12,6	16,7	18,8	17,1	11,2	4,2	-2,6	-8,2
V, м/с	5,5			4,2							5,5	
e, гПа	2,8	2,8	3,8	6,5	9,2	12,7	15,2	14,4	10,4	7,1	4,7	3,5

Вариант 13: г. Смоленск

Метео-элемент	Месяцыгода											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-8,6	-8,1	-3,8	4,4	12,1	15,6	17,6	16	10,8	4,6	-1,1	-6,1
V, м/с	5,3			3,8							5,3	
e, гПа	3,2	3,1	4	6,5	9,6	13	14,9	14,5	10,8	7,5	5,4	4,1

Вариант 14: г. Тула

Метео-элемент	Месяцыгода											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-10,1	-9,6	-4,8	4,4	12,4	16,4	18,4	16,6	11,1	4,7	-1,8	-7,4
V, м/с	4,4			3,4							4,4	
e, гПа	2,9	2,9	3,9	6,6	9,3	12,7	15	14,4	10,5	7,1	4,9	3,7

Обозначения: T – средняя температура воздуха по месяцам, V – средняя скорость ветра, усредненная по месяцам и направлениям; e – средняя за месяц упругость водяного пара.

Приложение 2

Преобладающие патологии в холодное время года в выделенных природно-климатических зонах

Зона I. Метеострессы, сердечно-сосудистые патологии, холодовые полиневрозы, обморожения, общий травматизм, снижение иммунных свойств организма. Максимальная продолжительность пребывания 1 год – в горах, 1-2 года – на равнине.

Зона II. Патологии зоны I. Также отмечается критическое напряжение адаптационных систем организма с тенденцией к декомпенсации. Максимальная продолжительность пребывания 1-2 года – в горах, 2-3 года – на равнине.

Зона III. Сильное напряжение адаптационных систем организма с затрудненной компенсацией. Максимальная продолжительность пребывания – 3-6 лет.

Зона IV. Сильное адаптационное напряжение организма с постепенной компенсацией; отмечаются сердечно-сосудистые метеопатии, простудные заболевания, возможны обморожения, а также эндемический зоб и кариес зубов.

Зона V. Патологии дыхательных путей (лесостепные районы юга Сибири), аллергические заболевания, связанные с техногенезом, простудные заболевания, обострение сердечно-сосудистых патологий, переохлаждение при длительном пребывании на открытом воздухе, эндемический зоб, кариес зубов.