

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
CONSTRUCTIONS AND ARCHITECTURE

Федосенко В. Б., Григорьев Я. Ю., Григорьева А. Л.
Fedosenko V.B., Grigoriev J.Yu., Grigorieva A.L.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПО ХАРАКТЕРУ И УРОВНЮ АГРЕССИВНОСТИ
К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**A SYSTEM ANALYSIS OF CLIMATIC FACTORS BY THE NATURE AND LEVEL OF
CORROSIVENESS IN RESPECT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN CONSTRUCTION**



Федосенко Валерий Борисович – академик Петровской академии наук и искусств, кандидат технических наук, профессор Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).
Mr. V.B. Fedosenko – PhD in Engineering, Professor, member of the Peter's Academy of Arts and Sciences (Komsomolsk-on-Amur State Technical University), Russia, Komsomolsk-on-Amur,



Григорьев Ян Юрьевич – кандидат физико-математических наук, доцент Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: jan198282@mail.ru
J. Yu. Grigoriev, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor (Komsomolsk-on-Amur State. Technical. University), Russia, Komsomolsk-on-Amur. E-mail: jan198282@mail.ru



Григорьева Анна Леонидовна – кандидат физико-математических наук, доцент Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: jan198282@mail.ru
A.L. Grigoriev, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor (Komsomolsk-on-Amur State. Technical. University), Russia, Komsomolsk-on-Amur. E-mail: jan198282@mail.ru

Аннотация. Исследование влияния климатических условий на производство строительномонтажных работ (СМР) является важным фактором для принятия организационно-технологических решений и повышения эффективности строительства в регионах с экстремальными климатическими условиями. Особенно это необходимо в СМР, выполняемых зимой, что нашло отражение в данной статье.

Summary: The impact of climatic conditions on building and assembly operations is an important factor for managerial and technological solutions and improvement of the efficiency of civil engineering works in regions with a severe climate. This is particularly important for building-and-assembly operations performed in winter time.

Ключевые слова: строительномонтажные работы, тепловой баланс, климатическая область.

Key words: construction and assembly, heat balance, climatic region.



УДК 338.45:69(571.62)

В технологическом проектировании традиционно учитываются экстремальные значения отрицательных температур, усугубленных силой ветра. На стадии разработки зимних технологий решается проблема защиты технологии от агрессии климата.

Определяющими особенностями производства технологических процессов в зимнее время являются:

- способность воды замерзать при температуре ниже $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, что накладывает серьезные ограничения на производство “мокрых” процессов (технологий, в которых одной из компонент используется вода);
- возникновение дефицита теплового баланса при наборе прочности бетоном и раствором;
- искажение параметров адвективного теплового переноса, накладывающего серьезные ограничения на ход “мокрых” процессов;
- временное или, в отдельных случаях, полная потеря эластичности и других свойств материалов, используемых при отрицательных температурах.

Основные ограничения по температурным режимам технологических процессов приведены в нормативах (СНиПах) и носят обязательный характер.

В основу технологического проектирования положен принцип поддержания определенного теплового баланса между конструкционным телом и температурным полем наружной среды, между которыми происходит нестационарный теплообмен в том или ином направлении. Очевидно, что интенсивность теплообмена будет зависеть от температурного градиента, который будет определяться начальными значениями температур конструкций и внешней среды (температура наружного воздуха). Протекание данного процесса будет определяться степенью защищенности конструкционного тела от агрессии внешней среды. С другой стороны, ввиду неизбежности тепловых потерь, зимними технологиями должны быть предусмотрены мероприятия, направленные на восполнение тепловых потерь до определенного уровня, определяемого технологией рассматриваемой работы.

Таким образом, можно предположить, что основным источником агрессии климатического фактора к технологическим процессам являются экстремальные значения отрицательных температур.

Однако процесс теплового переноса также зависит от параметров ветрового потока, который можно рассматривать как некий механизм теплообмена между конструкциями и внешней средой.

С позиций метеорологии – температура, атмосферное давление, влажность воздуха и параметры ветрового потока взаимосвязаны и являются участниками динамически изменяемой метеорологической обстановки. Решение этой проблемы – важнейшая задача климатологии и метеорологии и поэтому в контексте данной работы рассматриваться не будет.

Общезвестен факт, что параметры ветрового и температурного поля, даже в условиях одной, конкретной стройплощадки, изменяются в достаточно широких пределах.

Изменчивость климатических параметров, в первую очередь, будут обуславливаться отметкой положения рабочего (монтажного) горизонта; общеизвестно, что с увеличением высоты строящегося здания скоростные параметры ветрового потока будут возрастать и соответственно увеличиваться теплопотери.

Ветровой поток, помимо его участия в теплообмене, оказывает непосредственно динамические нагрузки на конструкции, монтируемые элементы и механизмы, которые обладают определенной парусностью.

Ветровые нагрузки на монтируемые элементы могут вызвать неуправляемое процессирование монтажного элемента в пространстве, например раскачивание, галопирование, вибрирование, которые затрудняют при достижении определенных максимумов процесс монтажа.

Воздействие ветровых нагрузок на грузоподъемные или другие механизмы, обладающие высокой парусностью, может привести к потере устойчивости механизмов, что, в свою очередь, может послужить причиной аварий, которые создают угрозу жизни и здоровью участников трудовых процессов.

Таким образом, при достижении определенных скоростей ветра, например 15 м/с или 10 м/с для большеразмерных элементов, производство монтажных работ запрещается как таковое, что регламентируется СНиПом по технике безопасности.

Определенную, защитно-экранирующую роль при формировании микроклимата на строительной площадке будет оказывать подстилающая поверхность, которая может быть представлена: формой и параметрами рельефа, наличием и видами растительности, водными поверхностями и вертикально расположенными препятствиями. К этим препятствиям относятся инженерные сооружения, жилая и промышленная застройка, высота которых превышает 20-30 м. Изучение параметров локальных ветровых потоков выходит за пределы границ климатологии, а так как их решение актуально для организационно-технологического проектирования, то входит в круг задач инженерных изысканий.

Осадки, точнее максимальные суточные значения величин выпадающих осадков и количество дней в году с выпадением ливневых дождей, представляют несомненный интерес в организационно-технологическом проектировании, исходя из следующих предпосылок:

- равномерное, в течение рабочей смены, выпадение осадков величиной 5 и более мм, накладывает определенные ограничения на выполнение ряда работ, например, сварочных и наружных отделочных работ;

- равномерные осадки интенсивностью более 10 мм вызывают прекращение производства работ с участием людского персонала;

- дождь, сопровождаемый ветром, служит причиной порождения выпадения так называемых “косых” дождей, которые приводят к смачиванию вертикальных поверхностей, что приводит к увлажнению вертикально расположенных конструкций, особенно монтажных стыков, что требует дополнительных мероприятий по технологии их заполнения с целью обеспечения герметичности и долговечности заполнения.

Феномен “косых” дождей общеизвестен и достаточно изучен. Косые дожди особенно характерны для регионов Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Зависимость между количеством осадков, выпадающих на горизонтальную поверхность, скоростью ветра и количеством осадков, выпадающих на вертикальную поверхность, определяется эмпирической формулой

$$h_e = 0,19 h_z V_0,$$

где h_e – сумма осадков, мм, выпадающих на вертикальную поверхность за период дождя; h_z – то же, на горизонтальную поверхность; V_0 – средняя скорость ветра, м/с, за период дождя.

Полученное уравнение позволяет построить график зависимости $h_e = f(h_z)$, который показан на рис. 1.

Анализ информации, представленной на рис. 1, позволяет установить, что уже при скорости ветра 5 м/с величина осадков, выпавших на вертикальную поверхность, соизмерима с количеством осадков, выпавших на горизонтальную поверхность.

Другим негативным фактором, влияющим на производство СМР, являются осадки в виде снега. Непосредственно сильный снегопад служит поводом для прекращения производства СМР. С другой стороны, снежные заносы, особенно на территории острова Сахалин и полуострова Камчатка, требуют значительного времени и средств для их ликвидации, парализуют работу транспорта, создают дополнительные монтажные нагрузки.

Определенное влияние на процессы теплообмена при выполнении ряда СМР оказывает солнечная радиация, величина которой в зимнее время может достигать значения до 270 кал/(сут./см²), а в летнее время – до 570 кал/(сут./см²).

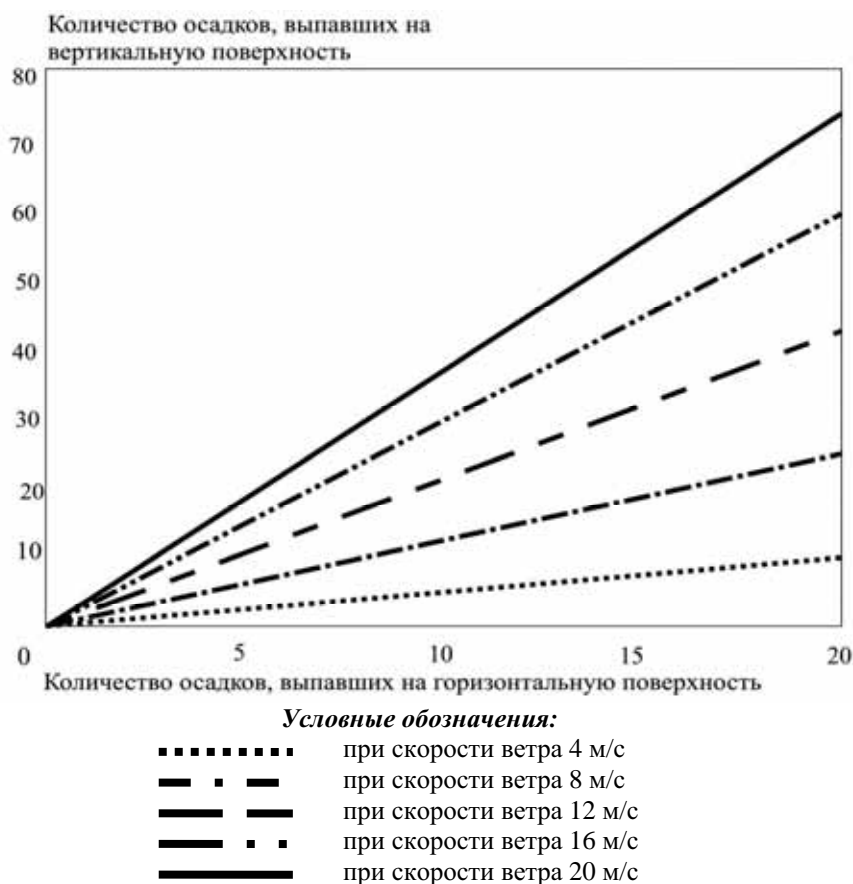


Рис. 1. Графики зависимости количества осадков, выпавших на вертикальные поверхности, от количества осадков, выпавших на горизонтальную поверхность, при определённых скоростях ветра

Таким образом, можно утверждать, что количество солнечной радиации будет определяться следующими факторами:

- положением нагреваемой поверхности (горизонтальная, вертикальная, наклонная);
- временным сезоном года;
- величиной угла положения солнца над горизонтом, в зависимости от времени суток;
- широтой местности;
- высотой над уровнем моря;
- ориентацией вертикальных и наклонных поверхностей относительно меридиана.

Негативное влияние климатических факторов (отрицательная температура, ветер и т.д.) сказывается не только на технологии работ, но связано и с значительной потерей производительности труда. При этом считается, что потери производительности труда учитываются в нормативах, основанных на климатическом зонировании страны. По сложившейся методологии учет влияния климатического фактора в организационно-технологическом проектировании осуществляется путем учета влияния отдельных составляющих (обычно – отрицательные значения температур, скорость ветра или их сочетание) климатического фактора на технологию производства работ [1] и, в частности, на уровень производительности труда.

Согласно сложившейся классификации, можно выделить два типа метеорологических данных, структура которых приведена в табл. 1.

С позиций системного анализа в этой системе можно выделить три предметные области (подсистемы): 1) климатическую; 2) организационно-технологическую; 3) социально-бытовую (см. рис. 2).

Структура климатических параметров

Непосредственно измеренные климатические параметры (по данным метеостанций Госкомгидромета)	
1	Температура воздуха (максимальная, среднесуточная), Т °С
2	Скорость ветра (максимальная, средняя, порывов), м/с
3	Атмосферная влажность (максимальная, минимальная, среднесуточная), %
4	Давление на уровне метеорологической станции, миллибар
5	Количество среднесуточных осадков, мм
6	Упругость водяного пара
7	Дефицит влажности (средний, максимальный)
8	Облачность
9	Температура почвы (максимальная, минимальная, вытяжка на глубине 0,2 и 0,4 м)
10	Метеорологические явления (гроза, роса, поземка, мгла, изморозь, туман, дымка и т.д.)
Специальные (по СНиП) климатические параметры	
<i>Температура воздуха, °С</i>	
1	Температура воздуха наиболее холодных суток, С, обеспеченностью 0,98 и 0,92
2	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98 и 0,92
3	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94
4	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С
5	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С
6	Продолжительность в сутках и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха в диапазонах температур: 0 °С, 8 °С, 10 °С
7	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95 и 0,85
8	Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С
9	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С
10	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С
11	Средняя месячная и годовая температура воздуха
<i>Скорость ветра, м/с</i>	
1	Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль
2	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с
3	Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха 8 °С
4	Преобладающее направление ветра за июнь-август
5	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
<i>Облачность</i>	
1	Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе, МДж/м ² в пределах широт 40-68 ⁰ с.ш. ^v
2	Суммарная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на вертикальную поверхность, определенной ориентации, при безоблачном небе, МДж/м ² в пределах широт 40-68 ⁰ с.ш.
<i>Влажность атмосферная, %</i>	
1	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %
2	Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %
3	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %
<i>Количество среднесуточных осадков, мм</i>	
1	Количество осадков за ноябрь-март, мм
2	Количество осадков за апрель-октябрь, мм
3	Суточный максимум осадков, мм
<i>Давление на уровне станции (миллибар)</i>	
1	Барометрическое давление, гПа

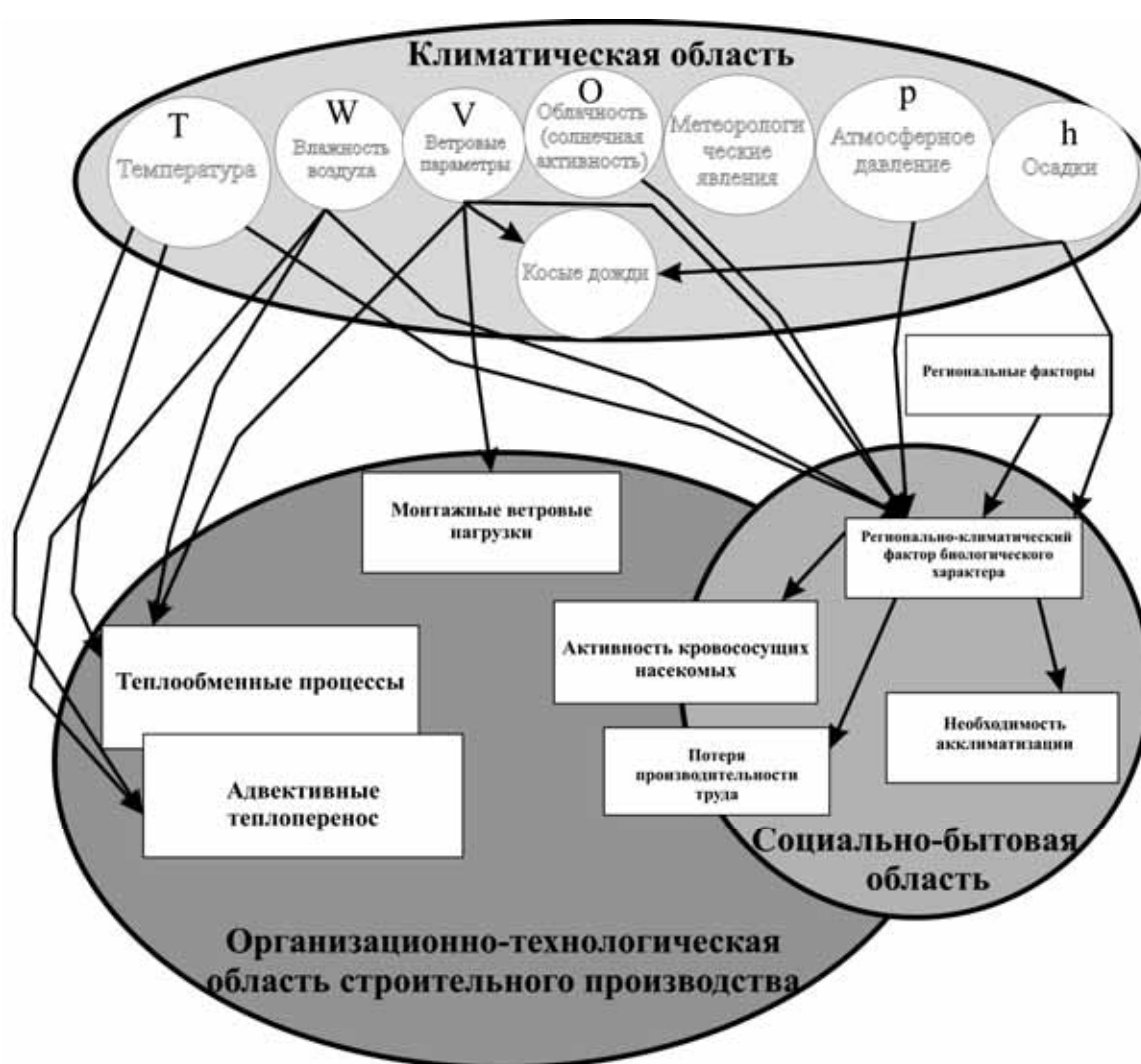


Рис. 2. Организационно-технологическая система строительного производства с комплексным учётом климатического фактора

Климатическая область включает в себя основные метеорологические параметры и явления, происходящие по законам природы и не подвластные человеку.

Организационно-технологическая область включает в себя все организационно-технологические процессы строительного производства, которые особенно чувствительны к агрессивности определенных составляющих климатического фактора. В качестве таковых выступают три подсистемы: 1) теплообменные процессы; 2) адвективный теплообмен; 3) монтажные ветровые нагрузки.

Теплообменный процесс и адвективный теплообмен достаточно близки по сущности, и их различие заключается в том, что под понятием адвективного теплообмена понимается теплообменный процесс, в котором основной акцент уделяется теплообмену.

Социально-бытовая область включает в себя региональный (дестабилизирующий) фактор физиолого-биологического характера. Все составляющие этой подсистемы связаны с

проблемами пребывания человека в данной климатической зоне (регионе), вследствие его миграции из других регионов страны.

Результатом такой миграции служат определенные физиологические изменения в здоровье человека, которые требуют периода акклиматизации, в течение которого физиологические функции человека приходят в норму. Очевидно, что процесс акклиматизации влечет за собой снижение производительности труда.

Попутно можно отметить, что некоторая потеря производительности труда неизбежна при определенной активности кровососущих насекомых.

Выводы

1. Установлено, что, помимо традиционного использования строительной климатологии в разделах строительства “Строительная теплотехника”, “Нагрузки и воздействия”, областью приложения строительной климатологии следует считать организационно-технологическое проектирование.

2. Актуальность учета климатических факторов определяется степенью аномальности климатических условий региона.

3. Исследования, выполненные в данной работе, показывают, что выбор анализируемого климатического фактора, во-первых, зависит от степени его агрессивности по отношению к конкретной работе и, во-вторых, определяется чувствительностью к фактору агрессии.

4. Установлено, что наиболее существенное влияние на производительность механизмов оказывают низкие температуры ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже), температуры, превышающие паспортный диапазон механизма (обычно свыше $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, А. А. Индустриальные методы облицовки фасадов зданий при их утеплении / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев, П. В. Монастырев // Промышленное и гражданское строительство. – М.: ООО «Изд-во ПГС», 2005 – 200 с.
2. Федосенко, В. Б. Особенности ценообразования объектов недвижимости в строительном комплексе Дальнего Востока и Крайнего Севера / В. Б. Федосенко // Промышленное и гражданское строительство. – М.: ООО «Издательство ПГС», 2003. – 230 с.
3. СП 11-103-97. Свод правил. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. – М., 1997.