

## Математическая модель влияния агрессивности климатических

### факторов на уровень производительности труда при производстве СМР.

Полагаем, что уровень производительности труда снижается по мере изменения климатических факторов от нормальных к экспериментальным значениям [1], что происходит вследствие сезонных изменений «лето-зима».

Однако, восприятие агрессивности климатических факторов, каждым видом СМР будет различно и будет зависеть от степени чувствительности анализируемой работы.

Таким образом, возникает необходимость в систематизации всех видов СМР по степени их чувствительности.

В основу такой систематизации положены критерии степени защищённости рабочего от агрессивности внешней среды. Например уровень производительности труда механизатора, находящегося в кабине управления механизма с климат-контролем, будет значительно выше уровня производительности труда каменщика, работающего в непосредственном контакте с внешней средой (на открытом воздухе).

Производства большинства СМР осуществляется рабочими с непосредственным участием механизма. Уровень производительности труда рабочих, непосредственно занятых выполнением данного вида работ.

Отсюда следует, что чувствительность работ к агрессии климатических факторов при выполнении кирпичной кладки, будет выше, чем при производстве погрузо-разгрузочных работ, хотя и в том и другом случае, участвует труд рабочих и механизма. Но во втором случае сложность выполнения работ возрастает.

На уровень производительности труда оказывает влияние и физико-химические свойства материалов, участвующих в технологических процессах, например – «мокрые» процессы, признаком которых служит присутствие воды, как основной компоненты технологического процесса. Общеизвестно, что вода выступает в качестве растворителя, и её свойства, как растворителя в достаточно узком диапазоне температур и обычно находятся в интервале 0 – 95<sup>0</sup>С. Выход за пределы данного диапазона невозможен. Температура оказывает влияние на гибкость металлов, их гидрофобность и т.д.

На основании вышеизложенного можно предположить, что по степени агрессивности, климатические факторы можно расположить в следующей последовательности:

- температура;
- сила ветра;
- влажность и т.д.

На основании ретроспективного анализа данных достигнутого уровня производительности механизированных работ, без участия вспомогательного персонала (механические земляные работы, сваебойные работы и др.), используя методы регрессивного анализа, получаем математическую модель, описывающую функциональную зависимость уровня производительности труда при выполнении механизированных работ от трёх факторов: температуры воздуха, скорости ветра и влажности.

Для построения уравнения множественной регрессии рассматриваем отдельно функциональные зависимости уровни производительности труда от температуры воздуха, от скорости ветра и от влажности.

Аппроксимация зависимости от температуры воздуха, выполненная в виде линейной, показательной и степенной функций определила выбор в пользу квадратичной функции, о чём свидетельствует полученный коэффициент детерминации  $R^2=0,9007$ .

Аналогичные зависимости находим для скорости ветра и влажности, в обоих случаях наиболее эффективно оказалось использование квадратичных уравнений.

Отсюда, в качестве уравнения описывающего модель выбираем параболическое уравнение множественной регрессии:

$$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2^2 + a_3x_3^2, \quad (1)$$

где  $y$  – коэффициент работоспособности,  $x_1$  – температура воздуха,  $x_2$  – скорость ветра,  $x_3$  – влажность.

В результате расчетов методом наименьших квадратов, получаем коэффициенты уравнения (1).

$$\hat{y} = 1.04 - 0,0002x_1^2 - 0,0006x_2^2 - 0,000009x_3^2.$$

Проверяем значимость каждого коэффициента уравнения регрессии с помощью t-критерия Стьюдента. Для каждого коэффициента рассчитываем фактические значения:

$$t_{a_1\text{факт}} = \sqrt{F_{x_1}} = 14,4, t_{a_2\text{факт}} = \sqrt{F_{x_2}} = 27,8, t_{a_3\text{факт}} = \sqrt{F_{x_3}} = 27,4$$

Табличное значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости 10% и степенях свободы (1459-4=1455) составляет 1,645. Так как неравенство  $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  выполняется для всех трёх коэффициентов, то все коэффициенты значимы, надёжны, на них можно опираться в анализе и прогнозе.

Находим матрицу парных коэффициентов корреляции:

Факторы	y	X1	X2	X3
Y	1			
X1	-0,525081784	1		
X2	-0,165795213	-0,1705	1	
X3	-0,193831108	0,14763	0,1393	1

Частные коэффициенты корреляции показывают, что самая тесная связь между уровнем производительности труда и признаком  $x_1$  температурой воздуха, наименьшая связь между уровнем производительности труда и признаком  $x_2$  - скоростью ветра.

С помощью полученной функции строим график зависимости уровня производительности труда при выполнении механизированных работ без участия вспомогательного персонала от времени года (рис.1).

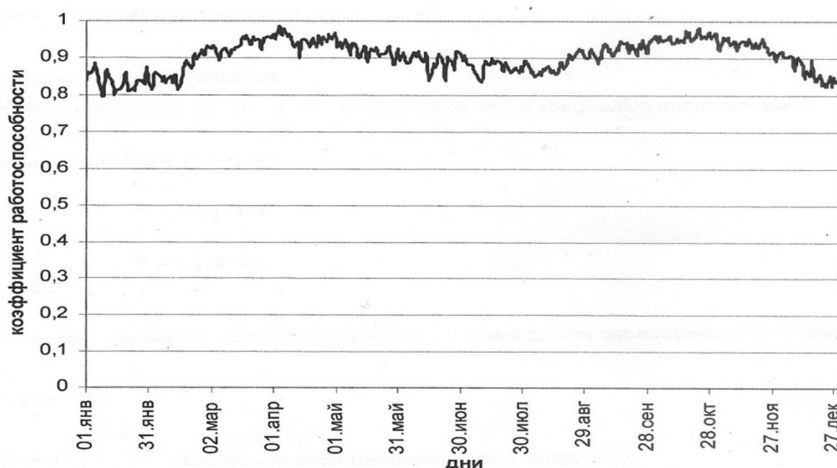


Рис.1. График зависимости уровня производительности труда при выполнении механизированных работ без участия вспомогательного персонала.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы :

1. На уровень производительности труда наибольшее влияние оказывает температура воздуха, среднее - скорость ветра и наименьшее - влажность воздуха, что подтверждает выдвинутую гипотезу, которая становится закономерностью.

2. Зависимость уровня производительности труда аппроксимируется уравнением параболической множественной регрессии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федосенко В.Б. Исследование особенностей технологии строительных работ, выполняемых в особых климатических условиях. Журнал “Промышленное и гражданское строительство”. - 2004. - № 9. с. 4.