

Гуменюк Валерия Владимировна,

к.т.н., ассоциированный профессор,

факультет общего строительства,

Казахская головная архитектурно-строительная академия,

Международная образовательная корпорация,

г. Алматы, Казахстан

О КРИТЕРИЯХ АДАПТАЦИИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФУНДАМЕНТОВ С ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДОЙ

Аннотация. В статье рассматривается определение критериев адаптации двух взаимодействующих систем, фундамента и внешней среды. Показано, что критерий адаптации является основным критерием оценки надежности и долговечности этой системы. И позволяет измерять степень соответствия двух взаимодействующих систем, область благоприятных значений пересекающихся параметров. Рассматриваемая система взаимодействия фундамента и внешней среды на своём пересечении имеют случайные величины и функции. При этом, число областей соответствия равно числу параметров на пересечении. Критерий адаптации изменяется от нуля до единицы. Дается обоснование расчетных формул для вычисления критерия адаптации. При любых конструктивных решениях фундамента критерий адаптации стремится к максимуму по двум главным параметрам взаимодействия – нагрузкам и деформациям.

Ключевые слова: фундамент, внешняя среда, критерий адаптации, пересекающиеся параметры, области соответствия, нагрузка, деформация.

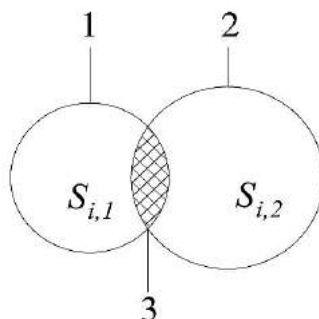
1. Введение

Для проектирования любых сооружений необходимым этапом при расчетах является определение значения критериев адаптации при взаимодействии сооружения, фундамента на котором оно будет функционировать с внешней средой:

- поверхностью земли;
- воздушной, водной и любой иной составляющей среды.

В этом весьма актуальном направлении в науке по теории сооружений не обнаружены какие либо основополагающие работы. В этой связи сделана первая попытка в разработке начала теоретических работ в этой области.

Рассмотрим взаимодействие двух систем (Рисунок 1) только по одному параметру S_i .



1 – область допустимых значений параметра S_i для системы S_1 ;

2 – область допустимых значений параметра S_i для системы S_2 ;

3 – область соответствия параметра S_i для систем S_1 и S_2 .

Рисунок 1 – Область соответствия при пересечении двух систем по одному параметру

Если значение параметра S_i находится в области 1, то система S_2 – будет в состоянии полного или частичного бездействия, так как такое значение параметра S_i не может быть реализовано системой S_2 .

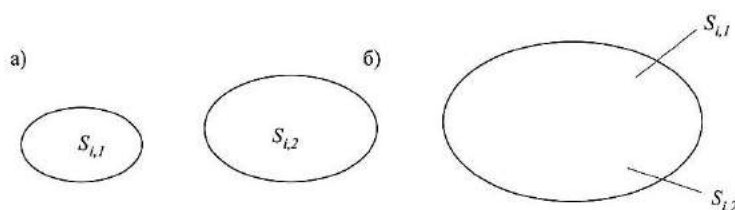
Если же значение S_i находится в области 2, то в аналогичном S_1 состоянии находится система S_1 . Когда значение параметра S_i попадает в область 3, то системы S_1 и S_2 находятся в благоприятном и в рабочем состоянии. Из этой модели видно, что если S_1 и S_2 управляемые системы, то при попадании значения S_i в область 1 система S_2 стремится вогнать его в область 3 или 2, если они конкурирующие. Если же значение S_i находится в области 2, то уже система S_1 стремится вогнать этот параметр в область 3 или 1. Если у двух систем общая система работы, то они (S_1 и S_2) стремятся одновременно удерживать параметр S_i в области 3.

Таким образом, область благоприятных значений пересекающихся параметров двух систем называется областью соответствия этих параметров.

Из этого определения следует, что для двух взаимодействующих систем этих областей соответствия ровно столько, сколько параметров на пересечении. В дальнейшем задача состоит в том, чтобы найти способ, позволяющий измерять степень соответствия взаимодействующих систем.

2. Критерий адаптации при взаимодействии фундаментов и оснований с естественной средой

До перехода к определению критерия, измеряющего степень соответствия пересекающихся систем, вновь обратимся к рисунку 1. Так как имеются три области, то существуют различные вероятности попадания значения параметра в эти области. Рассмотрим два следующих крайних случая, представленных на рисунке 2.



а) – параметры $S_{i,1}$ и $S_{i,2}$ не имеют общих значений;

б) – параметры $S_{i,1}$ и $S_{i,2}$ имеют одинаковые тождественные области задания.

Рисунок 2 – Крайние случаи состояния пересекающегося параметра S_i

В первом случае область соответствия параметров $S_{i,1}$ и $S_{i,2}$ отсутствует, а во втором – тождественно совпадает с 1 и 2. Так как критерий, измеряющий степень соответствия систем S_1 и S_2 , основывается на вычислениях вероятности попадания в область 3, то из рисунка 2 видно, что в этих двух крайних случаях значение критерия J выразится: $J = 0$ для первого случая и $J = 1$ для второго.

Следовательно, во всех других случаях критерий J измеряется от 0 до 1, т.е. $0 \leq J \leq 1$.

Критерий, позволяющий измерять степень соответствия двух взаимодействующих систем, будем называть критерием адаптации.

Это название наиболее точно отвечает физическому смыслу нового критерия, так как всякая искусственная или живая система с целью выживания всегда стремится увеличить область соответствия своих параметров окружающим системам или адаптироваться к окружающей среде.

Дальнейшая наша задача состоит в обосновании самых простейших расчетных формул для вычисления критерия адаптации.

Рассмотрим различные исходы пересечения S_1 и S_2 . Пересечения систем S_1 и S_2 по детерминированным параметрам для наших исследований интереса не представляют, так как эти параметры выражают только связи между системами.

Как следует из рисунка 1, вероятность попадания в область 1-3 существует только в том случае, когда на пересечении ряд или хотя бы один параметр будет представлен случайной величиной или случайной функцией. Вследствие того, что рассматриваемые нами управляемые искусственные и естественные системы вероятностные, на их пересечении всегда имеются случайные величины и функции.

Параметр s_1 для системы S_1 может иметь значение $0 \leq s_1 \leq \hat{s}_1$, где \hat{s}_1 - верхнее допустимое значение параметра s_1 .

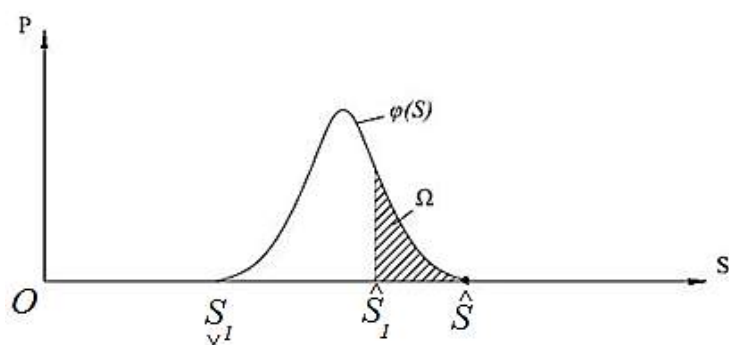
Из рисунка 3 ясно, что пока значение параметра s в интервале $\hat{s} - \hat{s}_1$, система S_1 удовлетворительно функционирует в среде S_2 . Однако, как только среда принимает значение параметра s в интервале $s \in \{\hat{s} - \hat{s}_1\}$, система S_1 находится в неудовлетворительном или отказовом состоянии, либо «погибает». Вычислим вероятность (P_{Π}) попадания значения параметра s в область $\Omega = \{\hat{s}_1 - \hat{s}\}$:

$$P_{\Pi} = \int_{\Omega} \varphi(s_1) ds_1 \quad (1)$$

По определению критерия адаптации его величина для этого случая, очевидно, выразится:

$$J = 1 - P_{\Pi} \quad (2)$$

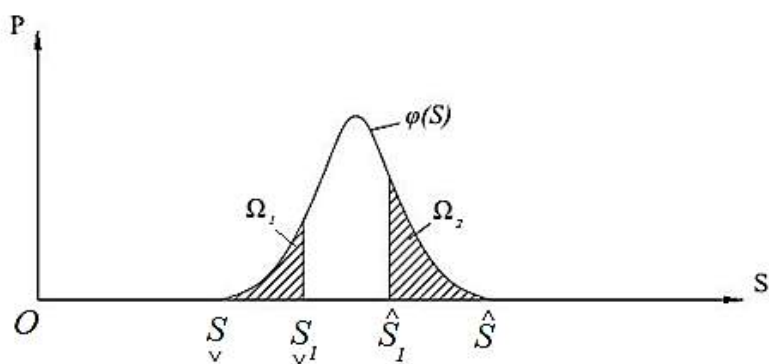
Из (2) следует, что если $\hat{s}_1 \geq \hat{s}$, то $P_{\Pi} = 0$ и критерий адаптации равен 1, а если $\hat{s}_1 \leq \hat{s}$, то $P_{\Pi} = 1$ и критерий адаптации J системы S_1 в среде S_2 равен 0. Во всех случаях, очевидно, $1 > J > 0$. Из (2) ясно, что в целях «выживания» системы S_1 в среде S_2 необходимо постоянно максимизировать величину критерия адаптации.



Ω - область недопустимых состояний параметра s для системы S_1

Рисунок 3 – Пересечение случайной величины с детерминированной границей

Рассмотрим систему S_1 в среде S_2 с одним пересекающимся параметром s , с двух сторон, ограниченным для s_1 в виде $s_1 \leq s_1 \leq \hat{s}_1$ (Рисунок 4).



Ω_1, Ω_2 – область недопустимых состояний параметра s для системы S_1 .

Рисунок 4 – Пересечение случайной величины с границами s_1 и \hat{s}_1

Для этого случая значение критерия адаптации вычисляется по формуле:

$$J = 1 - \left[\int_{\Omega_1} \varphi(s) ds + \int_{\Omega_2} \varphi(s) ds \right] \quad (3)$$

Более сложные случаи взаимодействия систем по пересекающимся параметрам в виде случайных величин и случайных функций рассмотрены в известных работах академика Е.И. Рогова [1-3].

Переходя теперь к взаимодействующим системам «фундамент» – «внешняя естественная среда» отметим следующие наиболее характерные случаи.

Расчет осадок поверхности неоднородного основания от действия вертикальной сосредоточенной силы P осуществляется по формуле:

$$W(r) = \frac{(1-\nu^2) \cdot P}{\pi \cdot E_0} \cdot \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{2} \int_0^\infty \frac{3e(R)/E_0 - 1}{e(R)/E_0} \cdot \frac{z^3}{R^5} dz \right], \quad (4)$$

где функция степени неоднородности

$$e(R) = \frac{E_0}{3} \left[1 + \alpha \cdot m \cdot D \cdot \int_0^1 \frac{u^m}{1 + Du} du \right], \quad (5)$$

$$R = \sqrt{z^2 + r^2}, \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad D = (\lambda R)^n, \quad m = 3/n.$$

$\alpha = (E_\infty - E_0)/E_0$ - характеризует степень упругой неоднородности основания по глубине; $m = 3/n$ - скорость изменения модуля деформации при увеличении глубины основания; λ - эмпирический параметр, имеющий размерность, обратную длине; $0 \leq n \leq \infty$. При $\lambda = 0$ упругое основание становится однородным, $E(z) = E_0$; при $\lambda \rightarrow \infty$ модуль деформации $E(z) \approx E$. На глубине $z = 1/\lambda$, $E(z)$ даёт среднее значение $E_{cp} = (E_0 + E_\infty)/2$.

При такой формулировке функции влияния первое слагаемое в (4) представляет собой классическое решение Буссинеска для однородного упругого полупространства, а второе (интегральное) слагаемое определяет влияние неоднородности деформационных свойств грунта по глубине.

Здесь сложная функция $W(r)$ представляется случайной на всем времени существования фундамента и она пересекается с детерминированной границей достижимой критической величины осадок.

Вертикальное перемещение поверхности основания фундамента, заданное в виде также случайной функция в каждой точке (x_i, y_i)

$$\delta_{ij} = \iint_{F_j} \omega(x_i, y_i, \xi, \eta) d\xi d\eta, \quad (6)$$

где $\omega(x, y, \xi, \eta)$ - функция влияния, определяемая по формуле (4).

Эта функция пересекается с детерминированной границей

$$\hat{\delta}_{ij}, \text{ т.е. } \delta_{ij} \leq \delta_{ij}^0 \quad (7)$$

где δ_{ij}^0 - допустимая величина перемещения основания фундамента.

Функция распределения реактивных давлений под фундаментом в виде

$$W = \frac{2(1-\nu^2)P}{\pi E_0 \alpha} \delta(0, \alpha, A, m) \quad (8)$$

также является случайной и условие работоспособности системы задается детерминированной границей

$$W \leq \underset{\vee}{W} \quad (9)$$

где $\underset{\vee}{W}$ - предельно допустимая осадка.

Здесь необходимо решить уравнение

$$\operatorname{tg} \psi = i_r = \frac{1-\nu^2}{2E_0} K \frac{P \cdot e \cdot \cos \varphi}{a^3} \quad (10)$$

относительно угла φ и получить случайную функцию, которая также пересекается с детерминированной границей φ_0 т.е. $\varphi \leq \varphi_0$, где φ_0 допустимый из условия устойчивости угол.

3. Заключение

В статье приведены результаты по обоснованию критериев адаптации оснований и фундаментов любых конструкций, к условиям среды при их проектировании, сооружении и всего периода эксплуатации. Дальнейшая задача в решении этой проблемы достижения максимального значения комплексного критерия адаптации, состоит в разработке аналитических случайных функций в явном виде и вычислительных процедур.

ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ

1. Рогов Е.И., Рогов С.Е., Рогов А.Е. Теория геотехнологий. – Алматы: FORTRESS. – 2010. – 355 с.
2. Рогов А.Е., Рыспанов Н.Б. Математические основы геотехнологий. – Алматы: FORTRESS. – 2007. – 368с.
3. Рогов А.Е. Имитационное математическое моделирование. – Алматы: FORTRESS. – 2007. – 96 с.

*Gumenyuk Valeriya Vladimirovna,
c.t.s., Department of General Construction
Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering,
International Educational Corporation,
Almaty, Kazakhstan*

ABOUT ADAPTATION CRITERIA OF INTERACTION OF FOUNDATIONS WITH NATURAL ENVIRONMENT

Abstract. The article discusses definition of criteria for adaptation of two interacting systems, the foundation and external environment. It has been shown that the main criteria of adaptation are reliability assessment and durability of this system. It allows to measure degree of conformity of two interacting systems, an area of favorable values of crossed over parameters. The system which is considered interaction of foundation and environment on their crossing has random variables and functions. At the same time, the number of conformity fields equal to the number of parameters at the crossing. An adaptation criteria varies from zero to one. The substantiation of calculation formulas for calculating adaptation criteria is given. The adaptation criteria tends to a maximum of two main parameters of interaction - loads and deformations at any constructive solutions of foundation.

Key words: foundation, an external environment, adaptation criteria, crossed over parameters, conformity fields, load, and deformation.