

УДК 624.15

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-2\(29\)-101-111](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-2(29)-101-111)

СТОХАСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МКЭ-МОДЕЛЕЙ

STOCHASTIC APPROACH TO ASSESSING THE RELIABILITY OF THE CALCULATION RESULTS OF BASES AND FOUNDATIONS DEPENDING ON THE SENSITIVITY OF THE FEM-MODELS

А. В. СКОРИКОВ, канд. техн. наук
Н. А. ПАВЛОВСКИЙ

Рассматриваются вопросы оценки надежности решений, получаемых с помощью численного моделирования, в зависимости от чувствительности модели, характеризующей поведение математической модели от вариаций входных параметров. Предложен критерий чувствительности геотехнической модели при использовании стохастического подхода. Представлена методика оценки надежности результатов расчета с применением вероятностного подхода.

The issues of assessing the reliability of solutions obtained using numerical modelling, depending on the sensitivity of the model, which characterizes the behaviour of the mathematical model from variations in input parameters, are considered. A criterion for the sensitivity of the geotechnical model using the stochastic approach is proposed. A technique for assessing the reliability of calculation results using a probabilistic approach is presented.

Ключевые слова:

Параметры модели, вероятность, оценка надежности, чувствительность, стохастический подход

Key words:

Model parameters, probability, reliability assessment, sensitivity, stochastic approach

Введение

Современное программное обеспечение, реализующее метод конечных элементов (МКЭ), предоставляет инженеру-геотехнику мощное и универсальное средство решения

геотехнических задач. При этом, получив широкие возможности программного обеспечения, инженер несет ответственность за корректность расчетной модели, правильность расчетных предположений и достоверность результатов расчета.

Одной из оценок адекватности расчетной модели является анализ чувствительности, т. е. зависимости степени изменения выходных данных модели от вариации ее входных параметров. Некоторые из этих параметров могут оказывать существенное влияние на результаты расчетов, недостаточно точное их задание может привести к неоправданным рискам. Другие параметры, наоборот, оказывают слабое влияние на результат расчета, но для их учета требуется затрата значительного количества ресурсов.

В современной практике геотехнических расчетов для определения степени чувствительности модели используются два подхода – детерминированный и стохастический. Целесообразность применения того или иного подхода зависит от типа входных параметров – обладают они плотностью распределения или же представлены детерминированным рядом данных. Для многих практических задач эффективным методом исследования является использование детерминированного подхода к оценке чувствительности численных моделей взаимодействия сооружений с основанием. Детерминированный подход достаточно прост в применении и позволяет оценить степень чувствительности вариантов конструктивных схем без применения пользователем знаний теории вероятностей и математической статистики. Подробный анализ детерминированного подхода приведен в работах И. В. Колыбина [1] и В. А. Барвашова [2, 3].

Для учета изменчивости, неоднородности и неоднозначности определения свойств грунтов, девиаций нагрузок и воздействий эффективным при оценке чувствительности расчетных моделей является стохастический подход с привлечением метода Монте-Карло. Как правило, исследуется степень влияния случайного распределения какой-либо физико-механической характеристики грунта на результаты численного моделирования. Вероятностный анализ, широко применяемый в нашей стране и за рубежом, получил свое развитие в работах В. И. Шейнина и других авторов [4 – 8].

В этой статье предлагается новый стохастический подход к оценке чувствительности МКЭ-моделей и надежности получаемого решения, а также критерий чувствительности расчетной модели.

Определение чувствительности модели к характеристикам грунтов

Согласно [9], чувствительность математической модели определяется как степень зависимости решения математической модели от начальных условий и определяющих параметров. Если при незначительном изменении начальных условий и/или определяющих параметров решение меняется существенно, то чувствительность модели велика.

Чувствительность модели проявляется к значительному числу факторов. В рамках оценки надежности оснований и конструкций следует рассматривать исходные данные, вариации которых приводят к существенно различным результатам расчетов: геологическое строение площадки строительства, физико-механические характеристики грунтов, конструктивные особенности расчетной схемы сооружения, нагрузки и воздействия и т. д.

Актуальные нормативные документы в области геотехники в рамках методологии расчетов по предельным состояниям требуют проведения расчетов и проектирования оснований и фундаментов с использованием расчетных характеристик грунтов. Ука-

занные характеристики вычисляются таким образом, чтобы неизвестные истинные средние значения характеристик грунтов превышали (или были меньше в зависимости от обеспечения большей надежности) расчетные значения [4, 5]. Практически расчетные значения характеристик грунтов в соответствии с методом частных коэффициентов [11] определяются как

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}, \quad (1)$$

где f_d – расчетные значения свойств грунта; f_k – нормативные (характеристические, выборочные средние) значения свойств грунта; γ_m – частные коэффициенты надежности по грунту. Доверительные вероятности при назначении расчетных значений свойств грунтов, являющихся входными параметрами геотехнической модели, принимают соответственно 0,85 для расчетов по второй группе и 0,95 – по первой группе предельных состояний. Проектное решение принимается на основании расчетов с учетом расчетных характеристик грунтов, при этом оно может оказаться чрезмерным, с излишними запасами или, наоборот, недостаточным, с неоправданными рисками.

Стохастический подход. Предлагаемый критерий чувствительности

Вероятностный (стохастический) подход применяется в том случае, когда факторы, влияющие на состояние системы сооружение – основание, имеют случайную природу и неполную или недостаточную определенность информации.

Случайные переменные описываются распределениями вероятности, которые характеризуются основными параметрами, как правило, такими как среднее значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации и коэффициент корреляции в случае многомерного распределения.

В большинстве случаев для задания случайных базовых переменных применяется нормальное распределение (Гаусса), если допустима ненулевая вероятность отрицательных значений, или логарифмически нормальное распределение, если переменная может принимать только положительные значения. Наиболее широко известным и эффективным методом статистических испытаний является метод Монте–Карло с заданными функциями плотности распределения входных параметров.

После многократных расчетов с учетом случайных исходных параметров определяются выходные параметры, анализируется разброс результатов расчетов с вычислением максимального значения, стандартного отклонения и коэффициент вариации, по которым и определяется степень чувствительности модели, а также выполняется оценка надежности.

Критерием чувствительности геотехнической модели в рамках вероятностного подхода предлагается принять параметр, равный отношению коэффициентов вариаций выходного параметра и возможных значений входного параметра:

$$S_{ns} = \frac{V_{\text{вых}}}{V_{\text{вх}}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{вых}}$ и $V_{\text{вх}}$ – коэффициенты вариации выходного и входного параметра соответственно, определяемые по формулам:

$$V_{\text{вых}} = \frac{\sigma_{\text{вых}}}{\mu_{\text{вых}}}, \quad (3)$$

$$V_{\text{вх}} = \frac{\sigma_{\text{вх}}}{\mu_{\text{вх}}}, \quad (4)$$

где $\sigma_{\text{вх}}$ и $\mu_{\text{вх}}$ – соответственно стандартное отклонение и среднее значение выходного параметра;

$\sigma_{\text{вх}}$ и $\mu_{\text{вх}}$ – соответственно стандартное отклонение и среднее значение выборки исходного параметра.

Если предположить, что результаты расчета являются линейно зависимыми от величины исходного параметра, то степень чувствительности согласно формуле (2) будет равна 1. В таком случае коэффициент надежности по результату расчета можно принять равным частному коэффициенту надежности по входящему параметру. Например, если исследование ведется по влиянию случайной величины характеристики грунта на результаты расчетов, то частный коэффициент надежности по грунту γ_m численно будет равен коэффициенту надежности по результату.

Оценка надежности результатов расчета

Для оценки надежности результатов расчетов предлагается следующая методика.

Для начала выбирают выходной параметр, который в геотехнической модели контролирует переход системы сооружение – основание в предельное состояние. Таким параметром могут быть предельная нагрузка, коэффициент устойчивости, деформации основания и т. д.

Далее задают входной параметр из комплекса базовых переменных. Как правило, рассматривается какая-либо физико-механическая характеристика грунта либо нагрузка на основание. Главное требование к выбранному параметру – возможность представления в виде случайной величины с целью обработки с помощью вероятностных процедур для получения среднего (нормативного) значения X_n , коэффициента вариации $V_{\text{вх}}$ и коэффициента надежности $\gamma_{\text{вх}}$ по входному параметру. В частности, для выборки из n определений характеристики грунта X можно использовать методику обработки в соответствии с ГОСТ [10]. Принимается, что выбранная характеристика имеет нормальный закон распределения.

Выполняется моделирование с применением геотехнического программного комплекса с единственным случайным входным параметром (используется однопараметрический подход), влияние которого исследуется на выходной параметр. Для выполнения серии расчетов (обычно – порядка нескольких сотен) используется метод статистических испытаний Монте–Карло. Результаты расчетов представляют собой числовой ряд выходного параметра либо, как, например, в случае применения программного комплекса Optum [12] – математическое ожидание \bar{Y} и коэффициент вариации результатов $V_{\text{вых}}$. Последний вид представления результата более удобен для дальнейшей обработки. Выполняют оценку соответствия гистограммы полученных результатов нормальному или иному, например, логнормальному, закону плотности распределения. Оценку выполняют визуально либо проверкой статистических гипотез.

Выполняют анализ чувствительности геотехнической модели по формуле (2). Если при этом чувствительность модели отличается от 1, значит, результаты расчетов нелинейно зависят от входного параметра и коэффициент надежности результатов (эффекта воздействия) может не совпадать с коэффициентом надежности по входному параметру, например, с коэффициентом надежности по грунту.

Для оценки различий между коэффициентами надежности результата и входного параметра строят контрольный, эталонный график плотности вероятности результатов в предположении, что степень чувствительности S_{ns} равна единице, с использованием двух параметров – математического ожидания результата \bar{Y} и коэффициента вариации $V_{вых} = V_{вх}$. В этом случае принимается, что результаты линейно зависят от входного параметра и коэффициенты надежности по входному и выходному параметру равны между собой: $\gamma_{вх} = \gamma_{вых}$, что соответствует традиционным расчетам с использованием расчетных характеристик грунта или расчетных значений нагрузок (при обеспеченности входного параметра с вероятностью, к примеру, 0,95, результат расчета также будет обеспечен с вероятностью 0,95).

Следующим шагом определяют величину $Y_{контр}$ по формуле $Y_{контр} = \bar{Y}/\gamma_{вх}$ (или $Y_{контр} = \bar{Y} \cdot \gamma_{вх}$, исходя из условия обеспечения большей надежности сооружения или основания). $Y_{контр}$ – это значение выходного параметра с тем же коэффициентом надежности, как и у входного параметра, которое, по сути, является расчетным значением результата в предположении его линейной зависимости от входного параметра и равенства степени чувствительности 1. Откладывая на оси результатов $Y_{контр}$, находят на «контрольном» графике плотности вероятности результатов соответствующую точку и определяют для неё вероятность $P_{контр}$ того, что случайный результат расчета окажется правее $Y_{контр}$ (либо левее, в зависимости от обеспечения большей надежности). Вероятность $P_{контр}$ можно определить как интеграл от плотности распределения результата $f(Y)$, взятый в пределах от $Y_{контр}$ до ∞ :

$$P_{контр} = P(Y_{контр} < Y < \infty) = \int_{Y_{контр}}^{\infty} f(Y) dy, \quad (4)$$

или геометрически, как площадь криволинейной трапеции под «контрольной» кривой плотности вероятности результатов (рис. 1)

При этом возможны два характерных случая, связанных с тем, что большое значение результата обеспечивает большую или меньшую надежность. Если Y – это, например, коэффициент устойчивости, то $Y_{контр} = \bar{Y}/\gamma_{вх}$, а вероятность $P_{контр}$ должна определяться для случайных результатов справа от $Y_{контр}$ (этот случай иллюстрирован на графиках); если же Y – это максимальная осадка, то $Y_{контр} = \bar{Y} \cdot \gamma_{вх}$, а вероятность $P_{контр}$ должна определяться для случайных результатов слева от $Y_{контр}$.

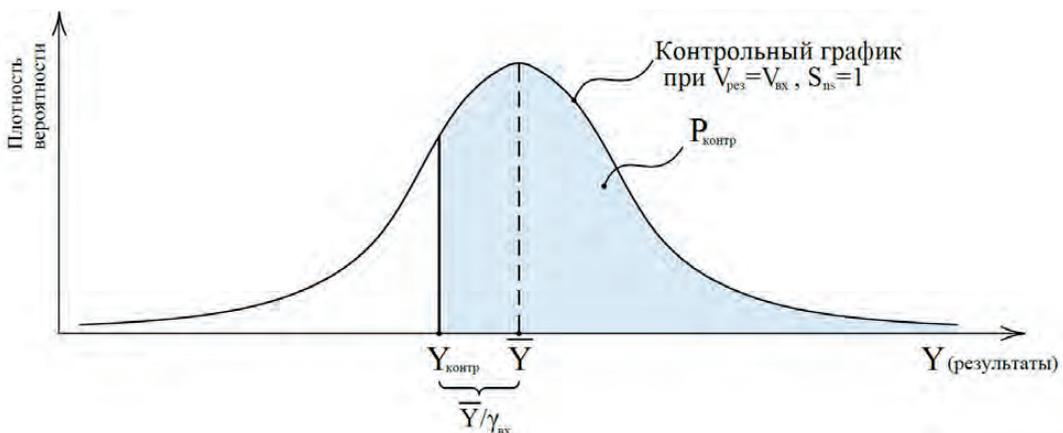


Рис. 1. «Контрольный» график для определения $Y_{контр}$ и вероятности $P_{контр}$

Последним этапом находят расчетное значение выходного параметра с учетом чувствительности модели. Для этого строят расчетный график плотности вероятности, полученный по результатам испытаний методом Монте-Карло (на рис. 2 показан красным цветом), используя параметры \bar{Y} и коэффициент вариации выходного параметра $V_{\text{вых}}$. Принимается, что расчетное значение выходного параметра $Y_{\text{расч}}$ должно быть обеспечено с той же вероятностью $P_{\text{контр}}$, что и $Y_{\text{контр}}$ эталонного графика распределения результатов с чувствительностью модели $S_{ns} = 1$. На расчетном графике плотности вероятности результатов находят значение $Y_{\text{расч}}$, соответствующее вероятности $P_{\text{контр}}$. Определенное таким образом расчетное значение результата будет обеспечено с той же заданной вероятностью α , что и входной параметр, например, 0,95 или 0,85, в зависимости от рассматриваемого предельного состояния.

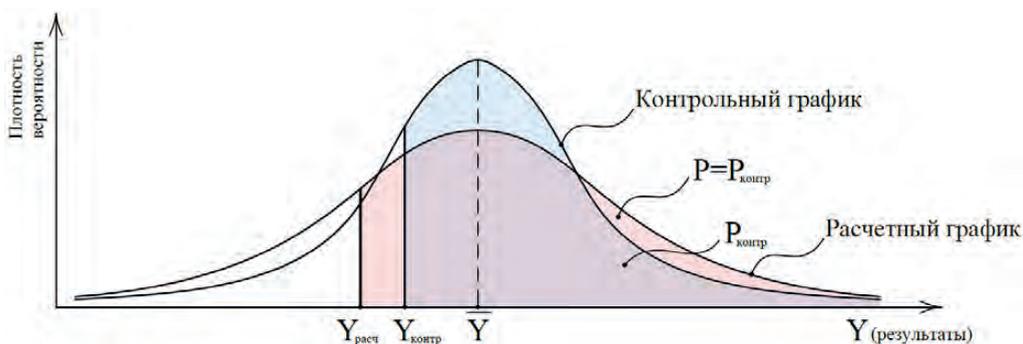


Рис. 2. «Расчетный» и «Контрольный» графики распределения результатов

На рис. 2 показан случай чувствительной модели ($V_{\text{вых}} > V_{\text{вх}}; S_{ns} > 1$). В этом случае «расчетный» график плотности вероятности оказывается более пологим, «сплюснутым» относительно контрольного графика, и $Y_{\text{расч}}$ логично смещается влево от $Y_{\text{контр}}$ для обеспечения большего запаса надежности. Несложно представить, что при $S_{ns} < 1$ расчетное значение результата $Y_{\text{расч}}$ сместится правее от $Y_{\text{контр}}$ в направлении уменьшения запаса надежности.

Пример использования стохастической методики оценки надежности результатов расчета

Для иллюстрации рассмотрена задача устойчивости фундамента на берме откоса, сложенного песчаным грунтом. В качестве варьируемого входного параметра принимался угол внутреннего трения песка, который определен по результатам 6 испытаний с нормативным значением $\varphi_{\text{норм}} = 31,8^\circ$, коэффициентом вариации $V_{\text{вх}} = 5,9\%$, коэффициентом надежности при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ $\gamma_g = 1,051$. Таким входным данным соответствует числовой ряд: 30,6; 33,1; 34,4; 30,7; 32,6; 29,4. Выходным параметром, или результатом расчета является коэффициент устойчивости.

Для расчетов был использован геотехнический программный комплекс Optum G2 [12], позволяющий реализовывать статистические испытания методом Монте-Карло. Всего было проведено 300 испытаний (расчетов), что для указанной задачи можно считать оптимальным по соотношению точность/время расчета. Расчетная схема представлена на рис. 3.

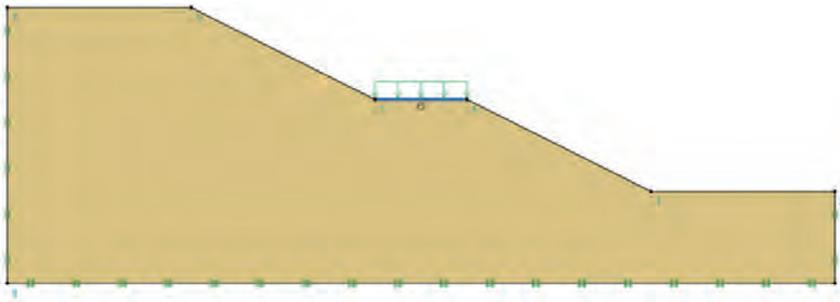


Рис. 3. Расчетная схема фундамента на берме откоса

По результатам расчетов была получена гистограмма распределения результатов, приведенная на рис. 4 (по оси абсцисс откладывается коэффициент устойчивости, по оси ординат – число выпадений в определенном промежутке), а также математическое ожидание $\bar{Y}=1,203$ и среднеквадратичное отклонение $S = 0,0858$. Отсюда получаем соответствующий коэффициент вариации $V_{\text{вых}} = 0.0858 / 1.203 = 7,1\%$ и чувствительность модели $S_{ns} = 7,1/5,9 = 1,2$.

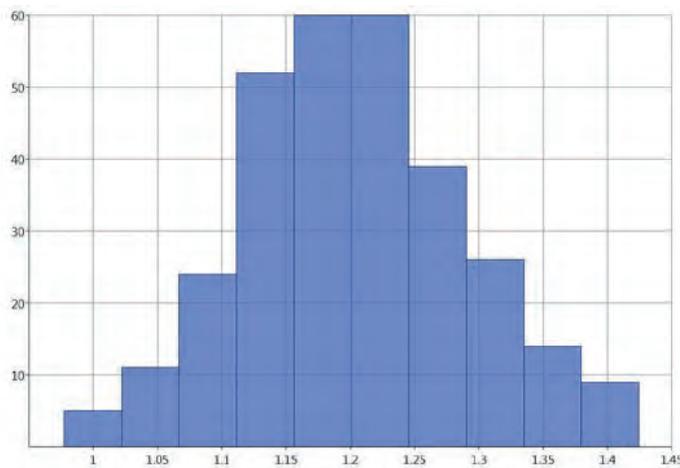


Рис. 4. Гистограмма распределения результатов

Далее на основе данных \bar{Y} и $V_{\text{вых}}$ построен «контрольный» график плотности распределения вероятности, на котором отложено значение $Y_{\text{контр}} = 1,203/1,051=1,145$ (рис. 5). Определена вероятность $P_{\text{контр}} = 79,3\%$ расположения случайной величины результата правее от $Y_{\text{контр}}$ (в рассматриваемом примере – с помощью вспомогательных функций Excel).

На следующем шаге построен «расчетный» график плотности распределения вероятности (см. рис. 5) с параметрами \bar{Y} и $V_{\text{вых}}$ и при заданной вероятности $P_{\text{контр}} = 79,3\%$ находим на графике соответствующее значение $Y_{\text{расч}} = 1,133$. В рассматриваемой примере при чувствительности модели $S_{ns} > 1$ получен ожидаемый результат: $Y_{\text{расч}} < Y_{\text{контр}}$.

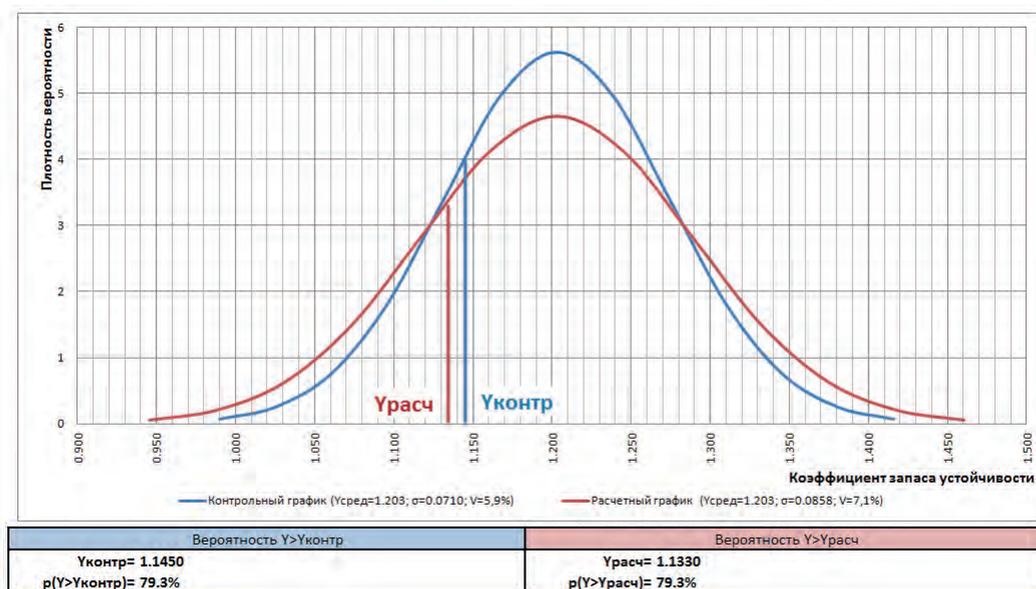


Рис. 5. Расчетный и «Контрольный» графики распределения результатов с поиском значения $Y_{\text{расч}}$

Упрощенный метод оценки надежности результатов расчета

Предполагается применение детерминированных расчетов и методов математической статистики. Суть упрощенного метода состоит в оценке надежности выходного параметра по той же статистической методике, по которой выполняется статистическая обработка входного параметра, как правило, характеристики грунта, для получения его расчетного значения с заданной доверительной вероятностью. Выполнив детерминированный расчет для каждого из 6 значений угла внутреннего трения (в градусах) из предыдущего примера, получаем шесть значений выходного параметра (коэффициента устойчивости): 1,145; 1,261; 1,326; 1,149; 1,237; 1,089. Далее выполняем статистическую обработку: определяем среднее значение результата $\bar{Y} = 1,201$, среднеквадратичное отклонение $S_{\text{вых}} = 0,0882$, коэффициент вариации $V_{\text{вых}} = 0,0734$ и коэффициент надежности $\gamma_{\text{рез}} = 1,064$ для доверительной вероятности α . «Расчетное» значение результата вычисляем по формуле $Y_{\text{расч}} = \bar{Y} / \gamma_{\text{рез}} = 1,129$. Этот способ, в отличие от предыдущего, не требует проведения множества статистических испытаний методом Монте-Карло.

Анализ результатов стохастического и упрощенного методов расчетов

Рассмотрим результаты исследования по определению степени влияния физико-механической характеристики грунта на результаты моделирования с использованием двух методов. Помимо расчетов с углом внутреннего трения грунта в качестве входного параметра, также был проведен расчет (и по стохастической, и по упрощенной методике) с применением той же расчетной схемы со сцеплением грунта в качестве входного варьируемого параметра.

Для удобства сравнения полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Результаты расчетов с использованием стохастического и упрощенного методов

Показатель	Входной параметр φ , град		Входной параметр c , кПа	
	Стохастический метод	Упрощенный метод	Стохастический метод	Упрощенный метод
Статистическая обработка входного параметра				
$X_{\text{норм}} (\bar{X})$	31,8		45,0	
$V_{\text{вх}}$	5,9%		20,0%	
$\gamma_{\text{вх}} (\gamma_g)$	1,051		1,196	
Результаты расчетов и обработки выходного параметра				
S_{ns}	1,20	1,24	0,82	0,97
\bar{Y}	1,203	1,201	1,470	1,434
$Y_{\text{контр}}$	1,145	1,143	1,229	1,199
$V_{\text{вых}}$	7,1%	7,3%	16,4%	19,4%
$\gamma_{\text{рез}}$	1,062	1,064	1,156	1,189
$Y_{\text{расч}}$	1,133	1,129	1,272	1,206

Как видно из сравнения (см. таблицу), оба метода дают близкие результаты. Расчетная схема для определения устойчивости, приведенная на рис. 3, имеет степень чувствительности больше 1 в случае входного параметра – угла внутреннего трения песчаного грунта и чуть менее 1 для параметра – сцепления связного грунта. Коэффициенты надежности по результату $\gamma_{\text{рез}}$ (коэффициенту устойчивости) не совпадают с коэффициентами надежности по грунту γ_g . Использование традиционного подхода с применением метода частных коэффициентов [11] без учета чувствительности модели в данном примере (см. таблицу) может привести к недостаточной надежности для песчаных грунтов и к консервативному решению для глинистых грунтов.

Коэффициент надежности по результату $\gamma_{\text{рез}}$ можно представить в виде произведения

$$\gamma_{\text{рез}} = \gamma_g \gamma_{sn}, \quad (5)$$

где γ_{sn} – коэффициент чувствительности результата по отношению к параметру.

Для моделей с чувствительностью S_{ns} , большей 1, коэффициент надежности по результату превышает коэффициент надежности по грунту: $\gamma_{\text{рез}} > \gamma_g$, при этом $\gamma_{sn} > 1$. В случае чувствительности S_{ns} , меньшей 1, коэффициент надежности по результату меньше коэффициента надежности по грунту: $\gamma_{\text{рез}} < \gamma_g$, при этом $\gamma_{sn} < 1$.

Несмотря на то что стохастический подход и его упрощенный аналог дают схожие результаты, стохастический метод представляется более детальным, полным и надежным инструментом исследования чувствительности. Стохастический метод, помимо своего традиционного варианта, позволяет также применять концепцию случайных полей с учетом длин пространственной корреляции [12]. Стохастический подход с привлечением случайных полей приводит к изменению разбросов результатов расчета и к чувствительности модели – как следствие. Существенным ограничением стохастического подхода является отсутствие его поддержки в настоящее время в популярных геотехнических компьютерных программах.

Заключение

Представлен стохастический метод определения чувствительности расчетной модели и надежности результата, а также его упрощенный аналог. Предлагаемый стохастический подход развивает методологию, принятую в актуальных нормативных документах в области геотехники, для вероятностной оценки неизвестных истинных значений входных параметров геотехнической модели и распространяет ее на оценку надежности выходных параметров, получаемых численным моделированием. Стохастический расчет предполагает оценку достоверности результатов инженерного расчета, представляющих собой выходные параметры расчетной модели, вместо оценки входных параметров (расчетных характеристик грунтов).

Предложен критерий чувствительности геотехнической модели при использовании стохастического подхода – параметр, равный отношению коэффициентов вариаций искомой величины выходного параметра – результата расчета, и возможных значений исходного параметра.

Библиографический список

1. *Колыбин И.В., Астряб В.В.* Детерминированный подход к оценке чувствительности МКЭ моделей при совместном расчете сооружения с основанием // Труды НИИОСП, 2011. С. 156-169.
2. *Барвашиов В.А., Болдырев Г.Г., Уткин М.М.* Расчет осадок и кренов сооружений с учетом неоднородности свойств грунтовых оснований // Геотехника, 2016, №1. С. 12-29.
3. *Барвашиов В.А.* Чувствительность системы «основание-сооружение» // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2007, №3. С. 10-14.
4. *Шейнин В.И., Лесовой Ю.В., Михеев В.В., Попов Н.Б.* Подход к оцениванию надежности в инженерных расчетах оснований // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1990, №1. С. 24-26.
5. *Шейнин В.И., Михеев В.В., Попов Н.Б., Лесовой Ю.В.* Вероятностный расчет основания под отдельным фундаментом по второй группе предельных состояний // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1991, №2. С. 18-20.
6. *Шейнин В.И.* Использование логарифмически нормального распределения для обработки результатов механических испытаний грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов, 2020, №5. С. 2-6.
7. *Лесовой Юрий Викторович.* Диссертация на тему «Вероятностный метод расчета несущей способности оснований жестких подпорных стенок». 1988.
8. *Попов Николай Борисович.* Диссертация на тему «Вероятностный расчет и оценка надежности оснований фундаментов по второй группе предельных состояний». 1991.
9. ГОСТ Р 57188-2016. Численное моделирование физических процессов. Термины и определения.
10. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
11. ГОСТ Р ИСО 2394-2016 Конструкции строительные. Основные принципы надежности.
12. Руководство пользователя ПК Optum G2 ver. 2017. Теория.

Авторы:

Андрей Викторович СКОРИКОВ, канд. техн. наук, заведующий лабораторией методов расчета подземных сооружений и геотехнического прогноза НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство», Москва

Andrey SKORIKOV, Ph. D. (Engineering), Head of Laboratory of methods of calculation of underground structures and geotechnical forecast of NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: andr-stab@mail.ru

Никита Александрович ПАВЛОВСКИЙ, инженер НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство», Москва

Nikita PAVLOVSKIY, Engineer of NIIOSP named after N. M. Gersevanov JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: pavlovsky_nikita@mail.ru