

Дорофеев Н.В., Греченева А.В.

Муromский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: itpu@mivlgu.ru

### Алгоритм оценки устойчивости геотехнической системы на основе базовой модели

Задача разработки методов и алгоритмов повышения качества оценки устойчивости геотехнических систем сохраняет актуальность в связи с недостаточной эффективностью применяемых в настоящее время методов, лежащих в основе автоматизированных систем геотехнического мониторинга и управления, что подтверждается наличием аварий на эксплуатируемых инженерно-строительных объектах. Первостепенно, сложность решения данной задачи заключается не только в необходимости построения многопараметрической модели геотехнической системы, но и определении оптимального числа физико-механических связей ее элементов, учет которых необходим для построения качественного прогноза устойчивости.

Согласно предлагаемому алгоритму, обобщенная блок-схема которого приведена на рис. 1, оценка устойчивости геотехнической системы будет осуществляться исходя из формирования базовой модели геотехнической системы и ее коррекции с использованием нейросетевого подхода и бифуркационного анализа.

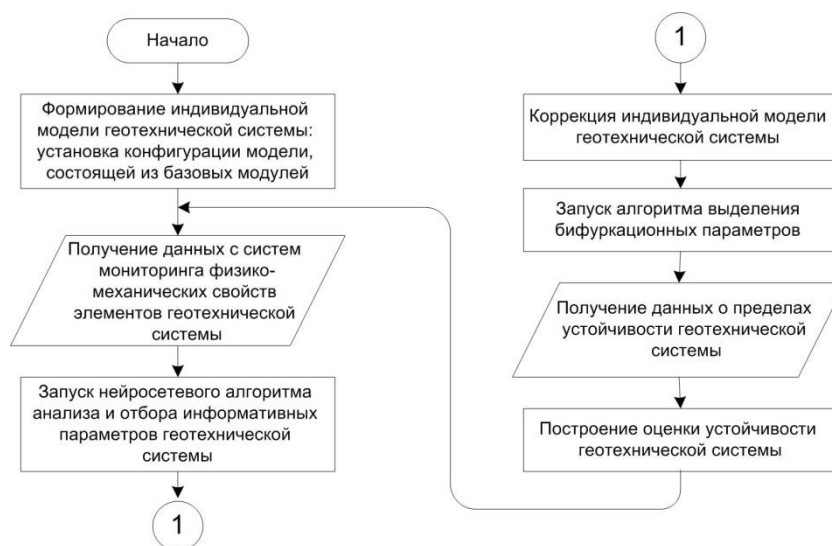


Рис. 1 – Блок-схема алгоритма оценки устойчивости геотехнической системы на основе базовой модели

Известно, что геотехническая система представляет собой совокупность надземных и подземных элементов одного или нескольких строительных объектов, расположенных на грунтовом основании. Исходя из этого, в ходе выполнения алгоритма происходит построение модели геотехнической системы с использованием модульного подхода [1], а ее элементы представлены в виде совокупности взаимосвязанных унитарных модулей, обладающих определенными физико-механическими свойствами. В результате, индивидуальная модель геотехнической системы формируется на основе сконфигурированных определенным образом базовых модулей и может быть описана вектором изменяющихся во времени параметров [2]:

$$S = (B, F, G, R_{ij}).$$

где  $B = (M_B, C, K, P_B, f, u, \dot{u}, \ddot{u})$  – вектор, описывающий динамику физико-механических свойств элементов конструкции сооружения, изменяющихся согласно базовым законам

механики твердого тела;  $F = (M_F, \theta, B_F, k, \varphi, P_F)$  – вектор, описывающий динамику физико-механических свойств фундамента сооружения;  $G = (E, \varphi, c, \Delta\alpha_{ij}, D_{ij}, \Delta\sigma_{ij}, A_{ij}, B_i)$  – вектор, описывающий динамику физико-механических и электрических свойств грунтового основания;  $R_{ij} = (T, A, Ch, N, V)$  – вектор, описывающий связи между  $i$ -м и  $j$ -м параметром геотехнической системы. При этом  $\exists R_{ij} \neq \emptyset \Rightarrow \exists R_{ji} \neq \emptyset$  иначе  $R_{ij} = R_{ji} = \emptyset$ ;  $T$  – вектор описывающий тип связи;  $A$  – вектор, определяющий свойства связи;  $Ch$  – вектор описывающий параметры связи;  $N$  – вектор описывающий возможные воздействия на связь;  $V$  – вектор описывающий стадию процессов, активизирующихся при изменении связи.

В результате выполнения предлагаемого алгоритма на основе регистрируемых данных систем мониторинга (физико-механические параметры элементов (модулей) конструкции сооружения, элементов (модулей) конструкции фундамента, геоэлектрические и физико-механические параметры грунтового основания) происходит отбор информативных параметров геотехнической системы, с целью коррекции и оптимизации её индивидуальной модели. Дальнейшее применение бифуркационного анализа позволяет определить пределы устойчивости геотехнической системы вследствие даже малых проявлений взаимного влияния ее модулей, а также при динамическом влиянии внешних факторов.

В результате, полученные с использованием предлагаемого алгоритма пределы устойчивости геотехнической системы, основанные на использовании бифуркационных параметров, позволяют учитывать малые вариации изменений физико-механических свойств элементов геотехнической системы и увеличить чувствительность систем мониторинга к регистрации медленно текущих деструктивных процессов, оказывающих скрытую угрозу нарушения устойчивости геотехнической системы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации № МД-1800.2020.8.

#### Литература

1. Греченева А.В., Дорофеев Н.В., Еременко В.Т., Кузичкин О.Р., Романов Р.В. Модульный подход при организации информационно-технического обеспечения прогнозирования геодинамики в природно-технических системах // Информационные системы и технологии. 2018. № 6 (110). С. 62-69.
2. Панькина Е. С., Дорофеев Н. В., Греченева А. В., Романов Р.В. Базовая модель геотехнической системы/ Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций. Сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2020 С.: 49-53.