

Н.В. Дорофеев, А.В. Греченева, Е.С. Панькина
Муромский 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

Прогнозирование состояния геотехнической системы на основе теории бифуркации

Сложный характер взаимодействия компонентов геотехнической системы между собой, а так же открытый «характер» геотехнической системы приводит к сложности интерпретации результатов мониторинга геотехнических систем и прогнозировании её поведения во времени [1-3]. Не смотря на имеющийся широкий класс детерминированных математических моделей, описывающих элементы или группы элементов, а так же процессы, протекающие в геотехнической системе, спрогнозировать на практике изменение качественного состояния геотехнической системы в целом зачастую не возможно, что связано с множеством ограничений и вероятностных параметров, описывающих геотехническую систему.

Анализируя этапы жизненного цикла геотехнической системы, можно сделать вывод, что её развитие сопровождается рядом моментов в которых появляется вероятность потери устойчивости и сменой режима функционирования. Переход из одного режима в другой может осуществляться плавно или скачкообразно. Таким образом поведение геотехнической системы можно описать опираясь на теорию бифуркации [4-6].

В общем случае при нахождении бифуркационных значений параметров уравнение $f(x,a)=0$ существует, является единственным, а имеет непрерывную зависимость от параметра a в случае $\det(df/dx) \neq 0$. В этом случае момент бифуркации описывается в точке i как $\det(df_i/dx_i)=0$

Поведение кривой равновесия геотехнической системы в окрестностях точки бифуркации возможно после разложения кривой равновесия в ряд Тейлора. Разложение производится по всем отклонениям параметров и фазовым переменным от точки предполагаемой бифуркации. Анализ индивидуальных особенностей кривой равновесия осуществляется на базе специализированных алгоритмов пространственно-временной обработки. При этом появляется возможность анализировать поведение схожих участков геотехнической системы и выявлять схожие «образы» кривых равновесия для отдельных участков. Реализация такого подхода на практике упрощается в случае применения модульного подхода построения модели геотехнической системы. Это позволит выделять отдельные геодинамические процессы и объекты на разных уровнях геотехнического контроля. Цикличность влияния внешних помех и шумов устраняемых в анализируемых данных на этапе обработки дополнительно используются для оценки изменения состояния контролируемого участка геотехнической системы. В этом случае, мешающие факторы выступают как полезные сигналы – сигналы зондирования, которые проходя через прилегающую к зданию территорию и конструкцию здания несут в своих параметрах характеристики о скрытых изменениях геотехнической системы.

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

Литература

1. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Научно-практическая конференция. 23 октября 2002 г. Сборник материалов. - М.: Центр «Антистихия», 2002. - 104 с.
2. Шанина, В.В. Обзор опасных природных явлений за апрель-июнь 2016 года / В.В. Шанина // Геориск. - 2016. - № 2. - С. 5-17
3. Дорофеев, Н.В. Иерархическая информационная модель функционирования единой информационно-аналитической системы управления природно-техническими системами // Информационные системы и технологии. -2016. - № 6 (98). - С. 95-101
4. Арнольд, В.И. Теория катастроф/В.И. Арнольд. - Едиториал УРСС, 2004. - 128 с. 4
5. Анищенко В.С. Устойчивость, бифуркации, катастрофы // Физика. 2013. № 8. С. 105-109
6. Шуман В.Н. О концептуальных основах диагностики и мониторинга геосистем // Геофизический журнал. 2015. Т. 37. № 4. С. 93-103.