

УДК 624.151.6

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРЕНА
И ОБРУШЕНИЯ ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ ИЗ-ЗА ВЛИЯНИЯ
ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ ГРУНТА**

**INFORMATIONAL TECHNOLOGY FOR MODEL OPERATION OF THE LIST
AND COLLAPSES OF THE BASE OF THE BUILDING BECAUSE OF INFLUENCE
OF THE WATER SATURATION OF THE SOIL**

©*Баймахан А. Р.*

канд. техн. наук

*Казахский национальный университет им. Аль-Фараби
г. Алматы, Казахстан, baimahan-aigerim@mail.ru*

©*Baimakhan A.*

*Ph.D., Al-Farabi Kazakh National University
Almaty, Kazakhstan, baimahan-aigerim@mail.ru*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования по выяснению закономерностей крена и обрушения фундамента зданий в зависимости от степени водонасыщенности слоистого грунтового основания полученных информационной технологией: компьютерного моделирования НДС с помощью МКЭ на базе модели наклоннослоистого горного массива Ж. С. Ержанова, Ш. М. Айтиалиева, Ж. К. Масанова. Постановка задачи обосновывается анализом массовых обрушений домов целого микрорайона «Бесоба» города Караганды Казахстана. Показываются эпюры деформации фундамента и зданий в зависимости от направления, объема и мест проникновения фильтрационных вод в грунтовое основание с числовыми данными.

Излагается подробный анализ результатов исследований.

Abstract. Results of a research on clarification of regularities of a list and collapse of the base the building depending on the degree of a water saturation of the layered soil basis received by information technology are given in the article: computer modelling of the VAT by means of MKE on the basis of the model of the inclined and laminated massif of Zh. S. Erzhanov, Sh. M. Aitaliyev, Zh. K. Masanov. Problem definition is proved by the analysis of mass collapses of houses of the whole residential district “Besoba” of the city of Karaganda of Kazakhstan. Ephyra of deformation of the base and buildings depending on the direction, volume and places of penetration of filtration waters into the soil basis with numerical data are shown.

The detailed analysis of results of researches is stated.

Ключевые слова: анизотропия, водонасыщенность, грунт, деформация, основание, фундамент, слоистое строение, разжижение, трещина.

Keywords: anisotropy, water saturation, soil, deformation, basis, base, layered structure, fluidifying, crack.

Известно, что одной из причин частых обрушения здания и сооружений является высокая степень подпитанности различными вариантами водопроницаемости и водонасыщенности грунтового основания приповерхностной толщи массива грунта. К таким типам грунтов относятся высохшее когда-то дно озера. Также с изменением направлений тектонического сжатия литосферы земли в течении длительного геологического времени, меняются также и направления сжатия в осадочных толщах. Нередко из-за такого процесса

менялись НДС литосферы, верхние осадочные толщи и менялись направления течения русел рек. В течении десятилетий и сотен тысячелетий иногда воды рек возвращались на прежние русла с изменением направления тектонического сжатия и с образованием новых геосинклинальных и антисинклинальных структур. Примером тому может служить картина имевшая место в японском городе Ниигата. Дома города были построены на грунтах русла реки существовавшего в геологическом прошлом. За сотни тысяч лет воды бывшей реки стали проникать в грунтовые толщи города Ниигата, поднимаясь местами до 20 м ближе к земной поверхности. В 1966 году 16-июня при 8-балльном землетрясении в результате сейсмического сотрясения многие дома города стали накреняться, и некоторые упали целиком не разрушаясь. На многих улицах города и на территории аэропорта подземные воды бежали фонтанами из-за разжижений грунта. Такая картина даже без землетрясения имела место в 2012 году с домами микрорайона «Бесоба» города Караганды Казахстана. В апреле сначала на стенах дома № 7 появились вертикальные трещины над фундаментом [5]. В последующие сутки размеры трещин стали увеличиваться, расширяясь по ширине и быстро достигли крыши дома. На седьмой день этот дом обрушился полностью и в это время многие другие стали накреняться. В течение трех месяцев продолжалось массовое обрушение домов.

Весной 2011 года из-за проникания грунтовых вод к области фундаментного основания новый дом города Шанхай Китая высотой 13 этажей тоже сначала накренился и затем быстро обрушился с падением. Состояние перед обрушением дома микрорайона «Бесоба» города Караганды и дома после падения–обрушения города Шанхай показаны на Рисунке 1.



Рисунок 1. Накренившиеся и обрушенные дома в 2011 г.: *a* — 5-ти этажные дома города Караганды и *б* — 13-этажный опрокинутый дом в городе. Шанхай.

Если искать причину столь быстрого и массового обрушения домов, то остается предположение о проникании воды фильтрационными поднятиями к земной поверхности. Если город Ниигата и дома микрорайона «Бесоба» построены на грунтах бывшего озера, то рядом с обрушенным домом в Шанхае протекала река.

Поэтому исследования напряженно–деформированного состояния сложных грунтовых оснований проектируемых высотных зданий и сооружений все время остается особо ответственным вопросом.

С этой целью проведены исследования и решена практическая задача по определению НДС методом конечных элементов сначала для сухого грунта. С помощью методик работ [1–3] поперечное сечение системы «здание–фундамент–грунт» (Рисунок 1*a*), были разбиты

на 12520 изопараметрические конечные элементы четырехугольной формы с общим количеством узловых точек 12895. Данные о геометрических размерах и физико-механических свойствах этих сооружений и для грунтов основания анизотропного основания взяты из работ [1–3].

Для выяснения механизма показанных обрушений необходимо исследовать возможные деформационные процессы фундаментов на влияние степени водонасыщенности подфундаментного грунта. Физико-механические свойства грунтовой толщи для проведения расчетов взяты из источников [1, 5–11]. Для математического моделирования расчетной области грунтового основания и фундамента со зданием применялась методика работы [4]. Неоднородный по составу грунт основания и данные об его физико-механических свойствах взяты из работ [2] и приведены к эквивалентно анизотропной среде.

Конечная элементная расчетная схема показана на Рисунке 2.

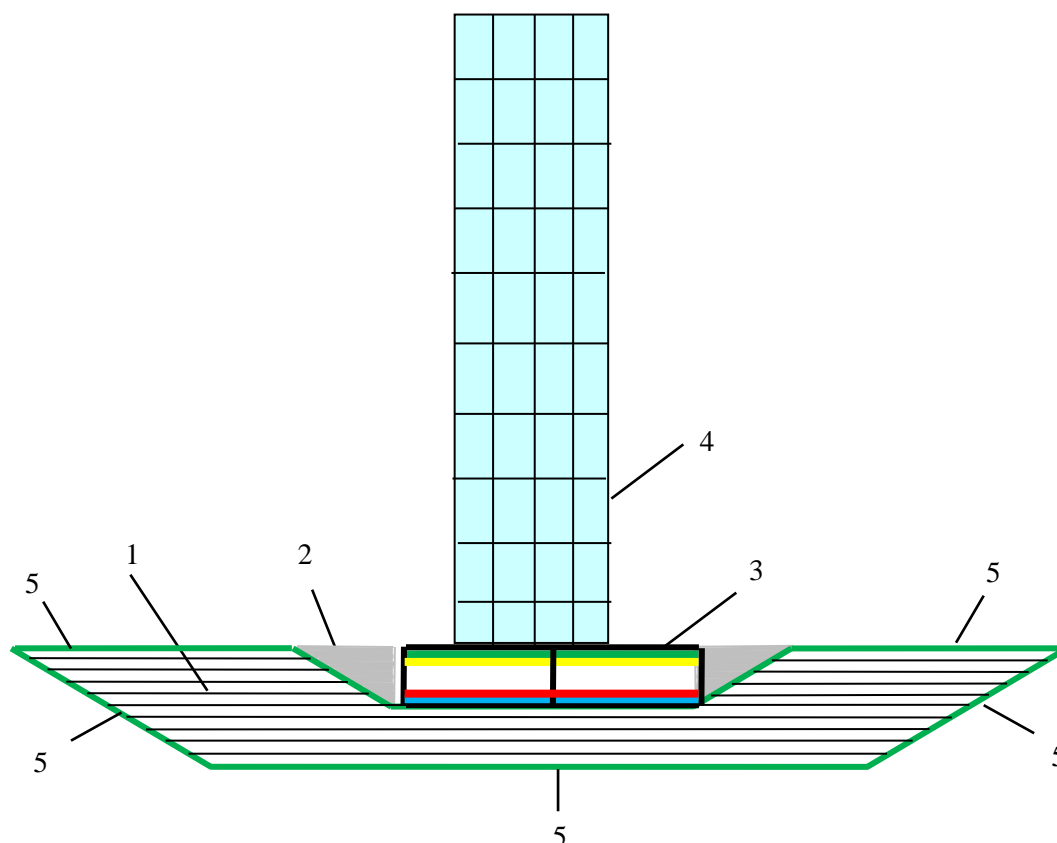


Рисунок 2. Конечно-элементная модель расчетной схемы задачи «здание — фундамент — слоистое грунтовое основание»: 1— Горизонтально слоистые грунты основания; 2 — обратные засыпки; 3 — фундамент; 4 — здание; 5 — внешние границы котлована.

Показанное на Рисунке 2 поперечное сечение расчетной схемы горизонтально вместе с горизонтально слоистым основанием — $\varphi = 0$, были разбиты на 30 000 изопараметрических элементов четырехугольной формы с общим количеством узловых точек — 31200. С вычетом закрепленных степеней свободы граничных узлов составлена система уравнений равновесия. Затем полученная система уравнений равновесия решалась итерационной процедурой Гаусса-Зейделя.

Некоторые результаты исследования и расчетов по определению деформированных состояний зданий и фундамента показаны на Рисунках 3а, 3б, 3в и 3г.

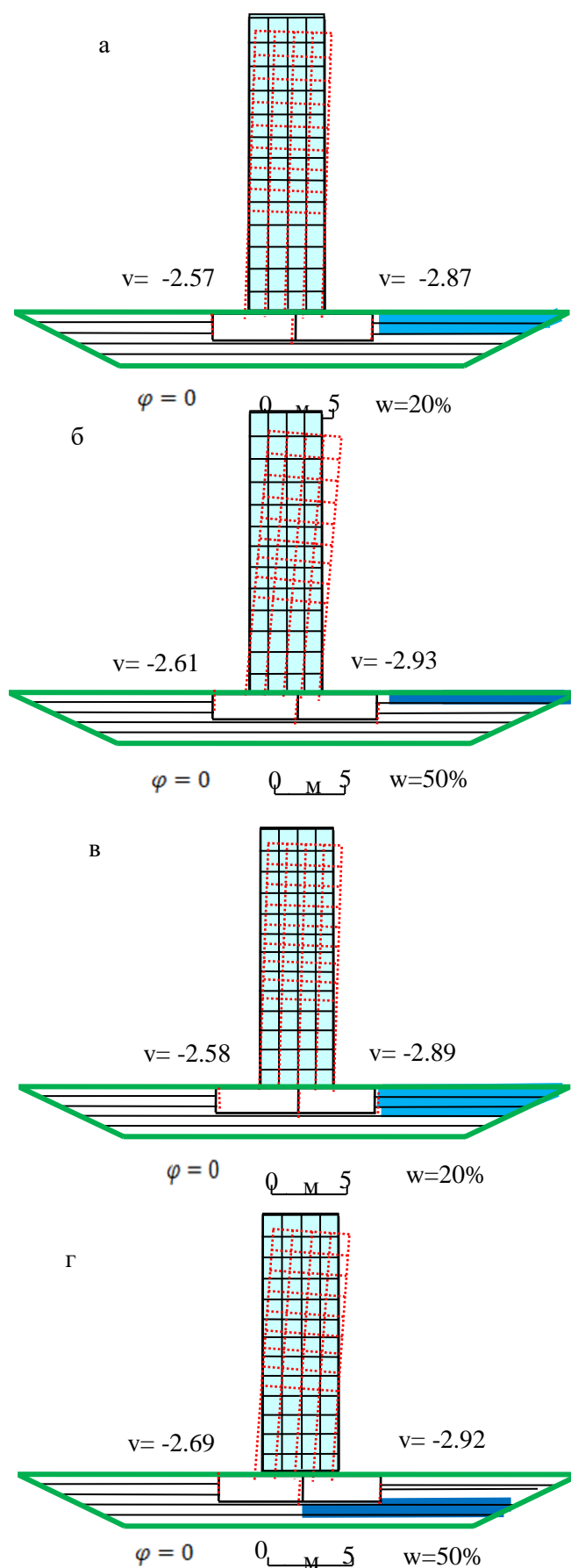


Рисунок 3. Различные варианты деформированных состояний зданий и фундамента, при различных степенях проникания воды на околофундаментные грунты.

На этих Рисунках отражены величины вертикальной компоненты деформации боковых точек здания на земной поверхности и процентные отношения водонасыщенности.

Показанные варианты рисунков соответствуют: а — насыщению толщи грунта с правой стороны с охватом высоты фундамента до поверхности земли; б — прониканию воды по земной поверхности незначительной мощности по высоте; в — значительному охвату воды в высоту фундамента; г — скрытому прониканию к под фундаментным грунтам с правой стороны.

Анализ картин деформационных состояний фундамента и дома показывает, что в первом варианте симметрия вертикальной осадки нарушается. Величины вертикальной компоненты перемещений v на правой части основания здания на земной поверхности больше на 18 см по сравнению с левой частью основания. В результате фундамент и дом целиком упруго деформируются вниз креном на право. Во втором варианте при меньшей мощности объема, но большей степени водонасыщенности (50%) грунта величина компонент перемещений v увеличивается на 9 см на правой части здания. В третьем варианте при меньшем объеме и меньшей степени водонасыщенности грунта по сравнению с предыдущими вариантами, значение v незначительно уменьшается. Но незначительно увеличивается левое основание здания. Наконец в четвертом варианте при скрытой водонасыщенности незначительного объема грунта, но уже непосредственно под фундаментом деформации осадки, заметно, увеличивается даже при незначительном объеме водонасыщенности.

Показанные рисунками результаты анализов позволяет объяснить механизм обрушения дома или здания с нарастанием деформации осадок по причине увлажненности и проникновения воды на около фундаментные грунты различной степени в процентном отношении. Именно при таких вариантах происходят крены и обрушения.

Список литературы:

1. Техническое заключение по экспертному обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций домов №№5, 6, 7/1 жилого комплекса «Бесоба» г. Караганды, район им. Казыбек би в рамках защитно-страховочных мероприятий по ликвидации ЧС. 2012.
2. Баймахан Р. Б., Сейнасинова А. А. Напряженное состояние слабосвязанного массива в окрестности подземной выработки. МОН Кыргызской Республики. Бишкек, 2014. 170 с.
3. Баймахан Р. Б. Расчет сейсмонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов. под редакцией академика НАН РК Айталиева Ш. М. Алматы, 2002. 232 с.
4. Ержанов Ж. С., Айталиев Ш. М., Масанов Ж. К. Устойчивость горизонтальных выработок в наклонно-слоистом массиве. Алма-Ата, 1971. 160 с.
5. Кожамкулова Ж. Ж., Баймахан Р. Б. Разработка методики расчета прочности нефтепроводов на воздействия тектонических и сейсмических сил // Труды 7-й международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии» (9–11 апреля, 2015). Алматы, КБТУ, 2015. С. 316–320.
6. Кулмаганбетова Ж. К. Моделирование напряженно-деформированного состояния системы «здание–оползневые склоны»: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Алматы, 2010, 19 с.
7. Рысбаева А. К. Критерий определения устойчивости оползневых склонов // Сб. материалов Международной научно-методической конференции «Актуальные вопросы естественно-научных дисциплин». Алматы: МОК КазГАСА, 2014. С. 47–50.

8. Yoshimura T., Fukuda N., Hyodo M., Baimakhan A. R. Importance to Evaluate of Fault Fracture Zones for Construction of Infrastructures in Mountain Area by γ -Ray Survey. International Joint Symposium on Problematic Soils and Geoenvironment in Asia. 22–23 November 2013, Okinawa, Japan.

9. Яхияев Ф. К. Математическое моделирование движения оползня потока // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Серия прикладная математика и информатика. 2008. №1 (27). С. 45–49.

10. Баймахан А. Р., Жуманова З. Е., Байбатырова А. Н., Баймахан Р. Б. Расчет деформационной устойчивости системы «наклонно слоистое грунтовое основание — фундамент — здание» // Глобальный научный потенциал. №10. с. 33–38.

11. Сейнасинова А. А. Напряженное состояние слабосвязанного массива в окрестности подземной выработки с учетом естественных и искусственных неоднородностей: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Алматы, 2010, 18 с.

References:

1. Tekhnicheskoe Zaklyuchenie po ekspertnomu obsledovaniyu i otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya stroitelnykh konstruksii domov no. 5, 6, 7/1 zhilogo kompleksa “Besoba” g. Karagandy, raion im. Kazybek bi v ramkakh zashchitno-strakhovochnykh meropriyatii po likvidatsii ChS. 2012.

2. Baimakhan, R. B., & Seinasinova, A. A. (2014). Napryazhennoe sostoyanie slabosvyazannogo massiva v okrestnosti podzemnoi vyrabotki. MON Kyrgyzskoi Respubliki, Bishkek, 170.

3. Baimakhan, R. B. (2002). Raschet seismonapryazhennogo sostoyaniya podzemnykh sooruzhenii v neodnorodnoi tolshche metodom konechnykh elementov. Pod redaktsiei akad. NAN RK Aitalieva Sh. M. Almaty, 232.

4. Erzhanov, Zh. S., Aitaliev, Sh. M., & Masanov, Zh. K. (1971). Ustoichivost gorizontalnykh vyrabotok v naklonno–sloistom massive. Alma–Ata, 160.

5. Kozhamkulova, Zh. Zh., & Baimakhan, R. B. (2015). Razrabotka metodiku rascheta prochnosti nefteprovodov na vozdeistviya tektonicheskikh i seismicheskikh sil. Trudy 7-i mezhdunarodnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii “Problemy innovatsionnogo razvitiya neftegazovoi industrii” (9–11 aprelya). Almaty, KBTU, 316–320.

6. Kulmaganbetova, Zh. K. (2010). Modelirovanie napryazhenno–deformirovannogo sostoyaniya sistemy “zдание — opolznevye sklony”: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Almaty, 19.

7. Rysbaeva, A. K. (2014). Kriterii opredeleniya ustoichivosti opolznevykh sklonov. Sb. materialov Mezhdunarodnoi nauchno–metodicheskoi konferentsii “Aktualnye voprosy yestestvenno–nauchnykh distsiplin. Almaty, MOK KazGASA, 47–50.

8. Yoshimura, T., Fukuda, N., Hyodo, M., & Baimakhan, A. R. (2013). Importance to Evaluate of Fault Fracture Zones for Construction of Infrastructures in Mountain Area by γ -Ray Survey. International Joint Symposium on Problematic Soils and Geoenvironment in Asia. 22–23 November, Okinawa, Japan.

9. Yakhiaev, F. K. (2008). Matematicheskoe modelirovanie dvizheniya opolznaya potoka. Vestnik Natsionalnoi inzhenernoi akademii Respubliki Kazakhstan. Seriya prikladnaya matematika i informatika, (1), 45–49.

10. Baimakhan, A. R., Zhumanova, Z. E., Baibatyrova, A. N., & Baimakhan, R. B. Raschet deformatsionnoi ustoichivosti sistemy “naklonno sloistoe gruntovoe osnovanie — fundament — здание”. Globalnyi nauchnyi potentsial, (10), 33–38.

11. Seinasinova, A. A. (2010). Napryazhennoe sostoyanie slabosvyazannogo massiva v okrestnosti podzemnoi vyrabotki s uchetom estestvennykh i iskusstvennykh neodnorodnostei. Avtoref. dis. ... kand. fiz.–mat. nauk. Almaty, 18.

Работа поступила
в редакцию 21.02.2017 г.

Принята к публикации
24.02.2017 г.

Ссылка для цитирования:

Баймахан А. Р. Информационная технология для моделирования крена и обрушения фундамента здания из-за влияния водонасыщенности грунта // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №3 (16). С. 50–56. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/baimakhan> (дата обращения 15.03.2017).

Cite as (APA):

Baimakhan, A. (2017). Informational technology for model operation of the list and collapses of the base of the building because of influence of the water saturation of the soil. *Bulletin of Science and Practice*, (3), 50–56. Available at: <http://www.bulletennauki.com/baimakhan>, accessed 15.03.2017. (In Russian).