

Г. Сейтказина, С. Солтабаева
Satbayev University, Алматы, Казахстан

ОБ УЧЕТЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ГЕОМОНИТОРИНГЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИЙ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЕДГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы учета особенностей геомеханического состояния массива горных пород в сложных условиях предгорной местности для решения актуальной научно-практической проблемы по изучению негативных воздействий геомеханических процессов на устойчивость конструкций и безопасности спортивных объектов республиканского и международного значения. Было отмечено, что одним из основных причин нарастания случаев деформирования инженерных объектов является недостаточная изученность процессов развития динамики сдвижения поверхностных грунтов и изменения физико-механических свойств горных пород. В этой связи, был проведен анализ инженерно-геологических особенностей массива горных пород на территории международного комплекса лыжных трамплинов «Сункар». Было установлено развитие геомеханических процессов на территории объекта, приводящих к деформированию основания и конструкций трамплинов, что обуславливает о необходимости проведения высокоточных геомониторинговых измерений.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, устойчивость конструкций спортивных сооружений, геомеханические процессы, трамплины.

Вступление. На сегодняшний день, исследования по геомеханическому состоянию массива горных пород в сложных условиях предгорной местности направлены на решение научно-практической проблемы по изучению негативных воздействий геомеханических процессов на устойчивость конструкций и безопасности по долгосрочной эксплуатации различных инженерных объектов, в том числе и спортивных.

В этой связи, изучение динамики геологических и деформационных процессов в сложных горных и предгорных условиях стало актуальной проблемой в мире, странах СНГ и в нашей стране, вызывающей большое внимание ученых и исследователей [1,2,3,4]. Важность проблемы обуславливается, в первую очередь, прогрессирующим нарастанием различного рода недопустимых смещений, оползней в зонах расположения крупных инженерных объектов. Геомеханические процессы приводят к большому количеству катастрофических ситуаций, связанных с нарушением устойчивости основания и конструкций зданий, сооружений, крытых стадионов, высокогорных спортивных комплексов, предназначенных для проведения соревнований республиканского и международного значения.

В мировой и отечественной практике выявление опасных геологических и оползневых процессов, изучение механизма и кинематики деформационных перемещений выполняются на основе высокоточных геодезических методов наблюдений [5,6,7,8,9]. Необходимость геодезического мониторинга за деформационными и оползневыми процессами очевидна,

поскольку его результаты наиболее точно отражают в интегральной количественной форме динамику развития геомеханических процессов в сложных условиях предгорной местности.

Один из основных причин нарастания случаев деформирования инженерных объектов, считаем, недостаточная изученность процессов развития динамики сдвижения поверхностных грунтов и изменения физико-механических свойств горных пород. В этой связи, вопросы исследования и учета особенностей геомеханических процессов является необходимым условием для проведения геодезического мониторинга в предгорной местности на основе высокоточных измерений.

В данной статье будут рассмотрены инженерно-геологические особенности территории исследуемого объекта, как один из основных факторов возникновения оползневых смещений и деформаций конструкций спортивного сооружения.

Основное содержание работы. В нашей стране немало горно-спортивных сооружений, предназначенных для проведения спортивных мероприятий республиканского и международного значения. Объектом исследования является уникальный международный комплекс лыжных трамплинов «Сункар», который входит в пятерку лучших мировых сооружений такого типа.

Инженерно-геологические изыскания на территории комплекса показали, что в геоморфологическом отношении исследуемый участок находится у сочленения водораздела междуречья р.Ремизовка и р. Есентай с предгорной равниной, на северном склоне грядового останца. В местах естественных водосборов образовались ложбины, которые в верхней части водоразделов имеют ширину нескольких метров и, постепенно расширяясь к нижней части, достигают ширины до 30 м. Склоны ложбин имеют пологие формы и закреплены кустарником и травянистой растительностью (рисунок 1).



Рисунок 1. Территория комплекса трамплинов (Google снимок)

Абсолютные отметки поверхности земли колеблются в пределах от 913,0 м до 1036 м.

К югу и юго-западу от участка находится бывший карьер по разработке грунта для кирпичного завода.

Еще в 1988 году отмечалось, что деформация лессовых грунтов на участке существующих лыжных трамплинов проявилась в результате активной техногенной

деятельности, в частности при разработке части территории карьерами кирпичного завода. Поверхностный слой, мощностью до 1,0 м срезался и участок подвергался размыву талыми и дождевыми водами. Такие участки расположены в непосредственной близости к территории трамплинов. В результате на оголенных участках образовались промоины с последующим образованием суффозионно-просадочных колодцев. Участками свод подземных галерей обрушен и суффозионно-просадочные колодцы соединены между собой промоинами. В результате того, что атмосферные воды продолжают поступать в суффозионно-просадочные колодцы происходит переуглубление их в связи с тем, что лессовидные суглинки легко размываются и в образовавшиеся подземные «коридоры» происходит вынос частиц грунта. Глубина суффозионно-просадочных колодцев достигает 4,5-7,0 м, стены их подвержены обрушению. В настоящее время углубление суффозионных колодцев продолжается за счет поступления атмосферных вод. На водораздельном участке в результате срезки и отбора грунта для строительства насыпного трамплина образовались просадочные блюдца. Они имеют слабовыраженный в рельефе слабоогнутый профиль.

На территории в геолого-литологическом строении принимают участие нижнечетвертичные эоловые отложения, представленные лессовидными суглинками, верхнечетвертичные аллювиально-пролювиальные отложения, представленные галечниковыми грунтами, перекрытыми суглинками и современными отложениям, представленными почвенно-растительным слоем или насыпными грунтами.

Как видно из геологического разреза (рисунок 2) в пределах исследуемой площадки выделены следующие инженерно-геологические элементы: насыпные грунты; почвенно-растительный слой; суглинки просадочные; суглинки непросадочные; галечниковые грунты с супесчаным заполнителем; галечниковые грунты с песчаным заполнителем; погребенный почвенный слой.

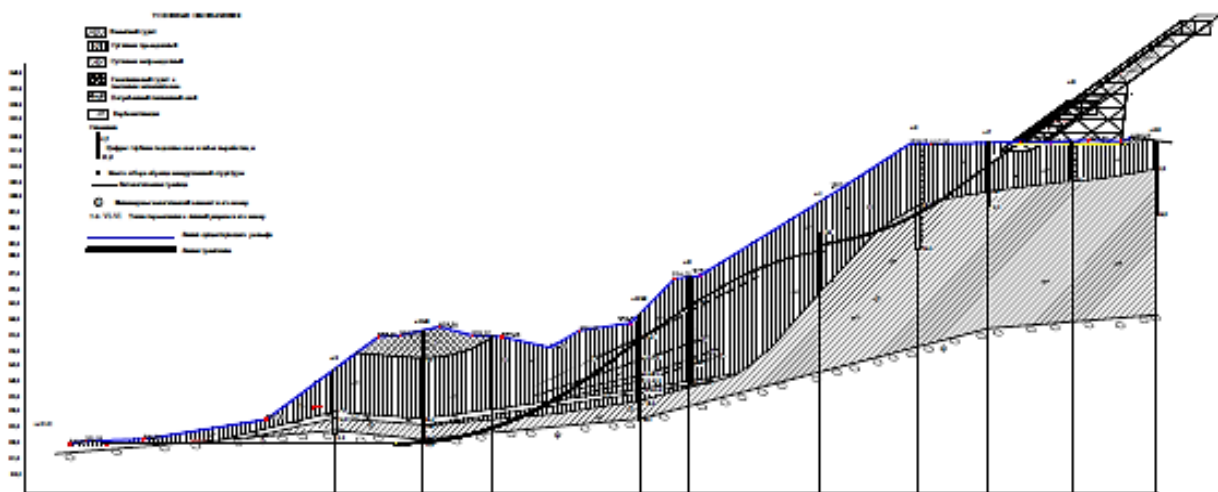


Рисунок 2. Инженерно-геологический разрез территории комплекса лыжных трамплинов

Согласно результатам компрессионных испытаний суглинки при замачивании проявляют просадочные свойства. Суглинки, залегающие в северной части участка (девятибальная зона) являются просадочными при дополнительных нагрузках. Начальное просадочное давление изменяется от 0,052 до 0,266 МПа. Участок относится к первому типу грунтовых условий по просадочности.

Суглинки, залегающие в центральной и южной частях участка (десятибальная зона), проявляют просадочные свойства от собственного веса. Коэффициент относительной просадочности при удельном давлении 0,05МПа составляет -0,003-0,022 (нормативное

значение показателя $-0,005$). Величина суммарной просадки достигает до 113,9 см. Тип грунтовых условий по просадочности – II (второй).

Грунтовые воды исследуемой территории вскрыты в 1987 году в скважине № 52369 на глубине 32,8 м. Водовмещающими породами являются суглинки.

Кроме вышеперечисленных геомеханических процессов, необходимо отметить, что в пределах склона возможно проявление опасных сейсмических процессов. Согласно карте комплексного сейсмического микрорайонирования города Алматы и прилегающих территорий участок комплекса трамплинов расположен в границах сейсмического участка III-B-2 (верхняя предгорная ступень).

По результатам оценки сейсмических свойств грунтов, выполненной в соответствии с требованиями таблицы 4.1 СНиП РК 2.03-30-2006 [10], установлено, что грунты слагающие данную толщу характеризуются III-ей категорией по сейсмическим свойствам из-за высоких ($e > 0,9$) значений коэффициентов пористости.

Инструментальные сейсмические наблюдения с использованием методов инженерной сейсмологии и сейсморазведочных измерений, выполненные в аналогичных условиях подтверждают, что в изученных грунтовых условиях сейсмический эффект равен 10-ти баллам. Исходная сейсмичность района равна 9-ти баллов, уточненное значение сейсмичности всей территории равно 10 (десяти) баллам.

Таким образом, территория трамплинов, расположенный в предгорной местности Ремизевского ущелья, подвергается многим физико-геологическим явлениям: смещение грунтов вниз по склону (оползневые процессы), оврагообразование, промоины, просадочность, сейсмические явления. Очевидно, что эти геомеханические процессы негативно влияют на устойчивость основания и конструкций спортивного объекта при эксплуатации и могут породить социально-экономический ущерб. В этой связи, на первом этапе был проведен анализ особенностей развития геомеханических процессов на территории лыжных трамплинов. В дальнейшем, задачи по определению величин и характеристик деформаций и смещений (вертикальные и горизонтальные смещения, скорость, направление сдвига и др.) слоев горных пород предгорной местности и их влияния на деформирование основания и конструкций лыжных трамплинов будет решаться высокоточными геодезическими измерениями.

Выводы. В статье рассмотрены инженерно-геологические особенности массивов горных пород на территории международного комплекса лыжных трамплинов «Сункар», как важное условие для проведения геомониторинга деформационных процессов. На территории установлено развитие геомеханических процессов, приводящих к деформированию основания и конструкций трамплинов, которое обуславливает о необходимости проведения высокоточных геомониторинговых измерений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zaalishvili V., Chotchaev K., Melkov D. Geodetic, geophysical and geographical methods in landslide investigation: Luar case study, E3S Web of Conferences, 164(1): 01014.- January 2020. DOI: [10.1051/e3sconf/202016401014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016401014)

[2] Konyushkov, V.V. Veselov, A.A. Kondratyeva, L.N. Comprehensive analysis of the results of engineering surveys for design, construction and exploitation of structures in the areas with landslide processes// Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. - Volume 328. - Issue 11.-2017. - Pages 111-125

[3] Зеркаль О.В., Фоменко И.К., Кай Кан. Оценка устойчивости склонов в условиях сейсмического воздействия// Промышленное и гражданское строительство. - 2018.-№4.-С.33–36.

[4] Симонян В.В., Тамразян А.Г. К оценке безопасности зданий и сооружений на оползнеопасных территориях с учетом силы смещения оползня, момента его сдвига и ускорения // Вестник МГСУ.- 2016.- №7.- С. 101-113.

[5] Осипов В.И., Мамаев Ю.А., Ястребов А.А. Условия развития опасных геологических процессов на территории строительства горно-спортивных сооружений в Краснополянском районе г. Сочи// Журнал Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология (Российская академия наук).- 2013.- №4.-С. 291–302

[6] Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишиева А.Т. Анализ современных геодезических методов наблюдения за деформационными и оползневными процессами// Вестник ГГНТУ. Технические науки. - 2020. - том XVI -№1(19).

[7] Ибрагимова Э.И., Гайрабеков И.Г., Мишиева А.Т., Ялмаева М.А., Муртазова Х.М. Решение проблем оползнеопасных территорий с использованием геодезических методов// Международный симпозиум «Технические науки и науки о Земле: прикладные и фундаментальные исследования» (ISEES 2018) Комплексный научно-исследовательский институт Х.И. Ибрагимова.-Грозный. -11-16 ноябрь 2018 г. DOI:10.34708/GSTOU. 2020.19.1.005

[8] Данилов В.А., Федоров А.В., Морозова В.А. Комплексное применение технологии ГИС и наземного лазерного сканирования для исследования оползневых тел (на примере оползня в Октябрьском ущелье города Саратова) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле.-2019.-Т. 19, вып.3.-С. 160–167. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-3-160-167>

[9] Вишневецкая Е.И., Данченко О.В. Влияние оползневых процессов на деформации зданий и сооружений. - Иркутск: Изд-во ИРНИТУ. -2016. -С.114–117.

[10] СНиП РК 2.03-30-2006 Строительство в сейсмических районах.

[11] Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Строительство международного комплекса лыжных трамплинов в г. Алматы».

REFERENCES

[1] Zaalishvili V., Chotchaev K., Melkov D. Geodetic, geophysical and geographical methods in landslide investigation: Luar case study, E3S Web of Conferences, 164(1): 01014.- January 2020. DOI: [10.1051/e3sconf/202016401014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016401014)

[2] Konyushkov, V.V. Veselov, A.A. Kondratyeva, L.N. Comprehensive analysis of the results of engineering surveys for design, construction and exploitation of structures in the areas with landslide processes// Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. - Volume 328. - Issue 11.-2017. - Pages 111-125

[3] Zerkal' O.V., Fomenko I.K., Kaj Kan. Ocenka ustojchivosti sklonov v uslovijah sejsmicheskogo vozdejstvija// Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. - 2018.-№4.-S.33–36.

[4] Simonjan V.V., Tamrazjan A.G. K ocenke bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij na opolzneopasnyh territorijah s uchetom sily smeshhenija opolznja, momenta ego sdviga i uskoreniya // Vestnik MGSU.- 2016.- №7.- S. 101-113.

[5] Osipov V.I., Mamaev Ju.A., Jastrebov A.A. Uslovija razvitija opasnyh geologicheskikh processov na territorii stroitel'stva gorno-sportivnyh sooruzhenij v Krasnopoljanskom rajone g. Sochi// Zhurnal Geojekologija. Inzhenernaja geologija. Hidrogeologija. Geokriologija (Rossijskaja akademija nauk).- 2013.- №4.-S. 291–302.

[6] Ibragimova Je.I., Gajrabekov I.G., Mishieva A.T. Analiz sovremennyh geodezicheskikh metodov nabljudenija za deformacionnymi i opolznevymi processami// Vestnik GGNTU. Tehnicheskie nauki. - 2020. - tom XVI -№1(19).

[7] Ibragimova Je.I., Gajrabekov I.G., Mishieva A.T., Jalmaeva M.A., Murtazova H.M. Reshenie problem opolzneopasnyh territorij s ispol'zovaniem geodezicheskikh metodov// Mezhdunarodnyj simpozium «Tehnicheskie nauki i nauki o Zemle: prikladnye i fundamental'nye issledovanija» (ISEES 2018) Kompleksnyj nauchno-issledovatel'skij institut H.I. Ibragimova.-Groznyj. -11 16 nojabr' 2018 g. DOI:10.34708/GSTOU. 2020.19.1.005.

[8] Danilov V.A., Fedorov A.V., Morozova V.A. Kompleksnoe primenenie tehnologii GIS i nazemnogo lazernogo skanirovanija dlja issledovanija opolznevnyh tel (na primere opolznja v Oktjabr'skom ushel'e goroda Saratova) // Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle.-2019.-Т. 19, vyp.3.-S. 160–167. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-3-160-167>.

[9] Vishnevskaja E.I., Danchenko O.V. Vlijanie opolznevnyh processov na deformacii zdaniy i sooruzhenij. - Irkutsk: Izd-vo IRNITU. -2016. -s.114–117.

[10] СНиП РК 2.03-30-2006 Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah.

[11] Otchet ob inzhenerno-geologicheskikh izyskanijah na ob'ekte: «Stroitel'stvo mezhdunarodnogo kompleksa lyzhnyh tramplinov v g. Almaty».

Г. Сейтказина, С. Солтабаева
Satbayev University, Алматы, Қазақстан

**ТАУ БӨКТЕРІНДЕ ОРНАЛАСҚАН СПОРТТЫҚ НЫСАНДАР
КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН БАҚЫЛАУ КЕЗІНДЕ
ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЕСЕПКЕ АЛУ ТУРАЛЫ**

Андатпа. Мақалада геомеханикалық процестердің республикалық және халықаралық маңызы бар спорт объектілерінің конструкцияларының тұрақтылығы мен қауіпсіздігіне теріс әсерін зерттеу бойынша өзекті ғылыми-практикалық мәселені шешу үшін тау бөктеріндегі тау жыныстары массивінің геомеханикалық жағдайының ерекшеліктерін ескеру мәселелері қарастырылған. Инженерлік нысандардың деформацияға ұшырау жағдайларының көбеюінің негізгі себептерінің бірі жер үсті топырақтарының сырғу динамикасын және тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерінің өзгеруін дамыту процестерінің жеткіліксіз зерттелуі болып табылатыны атап өтілді. Осыған байланысты, жұмыста "Сұңқар" халықаралық шаңғы трамплиндері кешенінің аумағындағы тау жыныстары массивінің инженерлік-геологиялық ерекшеліктеріне талдау жүргізілді. Зерттеу нысаны аумағында трамплиндердің негіздері мен конструкцияларын деформацияға ұшырауға алып келетін геомеханикалық процестердің дамуы анықталды, бұл жоғары дәлдікті геомониторингтік өлшеулерді жүргізу қажеттілігін негіздейді.

Негізгі сөздер: геодезиялық бақылау, спорттық үймереттер конструкциясының тұрақтылығы, геомеханикалық процестер, трамплин.

G. Seitkazina, S. Soltabayeva
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

**ON ACCOUNT OF THE FEATURES OF THE GEOMECHANICAL PROCESSES IN
GEOMONITORING STRUCTURAL STABILITY OF SPORTS FACILITIES
IN THE FOOTHILLS AREA**

Abstract. The article discusses the issues of taking into account the features of the geomechanical state of the rock massif in the complex conditions of foothill area to solve the actual scientific and practical problem of studying the negative effects of geomechanical processes on the stability of structures and safety of sports facilities of national and international importance. It was noted that one of the main reasons for the increase cases of deformation in engineering objects is insufficient study of processes of development of dynamics of surface soils shift and change in the physical and mechanical properties of rocks. In this regard, an analysis was carried out of engineering and geological features of the rock massif on the territory of the international complex of ski jumps "Sunkar". It was established the development of geomechanical processes on the territory of the object, leading to deformation of the base and structures of the ski jumps, which determines the need for high-precision geomonitoring measurements.

Keywords: geodetic monitoring, structural stability of sports facilities, geomechanical processes, ski jumps.