

Независимый электронный журнал Геоинфо

Эколого-геологические
системы массивов
крупнообломочных грунтов... Стр. 6

О важности результатов
геотехнического мониторинга
Стр. 38

Целевое обучение студентов:
суть, востребованность,
подводные камни. Стр. 46



GEOINFO

ISSN 2949-0677 (ONLINE)

WWW.GEOINFO.RU

ИЮНЬ • JUNE • TOM V • 5-2023

ГЕНЕРАЛЬНЫЕ СПОНСОРЫ ПРОЕКТА



ООО «ПЕТРОМОДЕЛИНГ»



Австрийская компания
«TRUMER SCHUTZBAUTEN GMBH»
ООО «РТ ТРУМЕР»



Институт
экологического
проектирования
и изысканий

АО «ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗЫСКАНИЙ»



Maccaferri / ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ



ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ООО НПП «ГЕОТЕК»



Компания
Mountain Risk Consultancy



Геотехническая лаборатория
АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»



ГК «ОЛИМПРОЕКТ»

СПОНСОРЫ ПРОЕКТА



ООО «МИДАС» / MIDAS IT



MalinSoft



ООО «ГЕОИНЖСЕРВИС» / FUGRO



ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ENGGEO»



ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ НЕЗАВИСИМОГО ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА «ГЕОИНФО»

Ананко Виктор Николаевич

Главный редактор журнала «ГеоИнфо»

Баборькин Максим Юрьевич

Главный аналитик Центра геоинформационных технологий Университета Иннополис, главный геолог ООО «Аэрогеоматика», к.г.-м.н., имеет степень MBA

Бершов Алексей Викторович

Генеральный директор ГК «Петромоделинг», ассистент Кафедры Инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Гизатуллин Рушан Рафаэлевич

Инженер-геотехник ООО «НИП-Информатика»

Ермолов Александр Александрович

Научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории геоэкологии Севера Кафедры геоморфологии и палеогеографии Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.г.н.

Жидков Роман Юрьевич

Начальник группы разработки программного обеспечения по геологии ГБУ «Мосгоргеотрест», к.г.-м.н.

Зайцев Андрей Александрович

Доцент кафедры "Путь и путевое хозяйство" РУТ (МИИТ), к.т.н.

Исаев Владислав Сергеевич

Старший научный сотрудник Кафедры геокриологии Геологического факультета МГУ, к.г.-м.н.

Королев Владимир Александрович

Профессор Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., член-корреспондент Российской академии естественных наук (РАЕН) по секции наук о Земле

Латыпов Айрат Исламгалиевич

Руководитель Лаборатории по исследованию грунтов в строительстве, доцент по специальности «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», член национального реестра специалистов в области строительства, эксперт Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, к.т.н.

Маштаков Александр Сергеевич

Главный специалист ООО Арктический научный центр (Роснефть), руководитель Волгоградского отделения Общественной организации Российское геологическое общество, эксперт Российского газового общества, к.г.-м.н.

Мирный Анатолий Юрьевич

Старший научный сотрудник Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель проекта «Независимая геотехника», к.т.н.

Миронюк Сергей Григорьевич

Доцент/старший научный сотрудник Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, научный сотрудник ООО «Центр морских исследований МГУ им. М.В. Ломоносова», к.г.-м.н.

Пиоро Екатерина Владимировна

Генеральный директор ООО «Петромоделинг Лаб», к.г.-м.н.

Самарин Евгений Николаевич

Профессор Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н.

Судакова Мария Сергеевна

Старший преподаватель Кафедры сейсмологии и геоакустики Геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, Научный сотрудник института Криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, к.ф.-м.н.

Слободян Владимир Юрьевич

Генеральный директор АО «Институт экологического проектирования и изысканий» (АО «ИЭПИ»)

Труфанов Александр Николаевич

Заведующий лабораторией «Методов исследования грунтов» НИИОСП им. Н.М. Герсевича, АО «НИЦ Строительство», к.т.н., Почетный строитель России

Федоренко Евгений Владимирович

Научный консультант ООО «НИП-Информатика», к.г.-м.н.

Фоменко Игорь Константинович

Профессор Кафедры инженерной геологии МГРИ, д.г.-м.н.

Фролова Юлия Владимировна

Доцент Кафедры инженерной и экологической геологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д.г.-м.н.

Шац Марк Михайлович

Ведущий научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (ИМЗ), к.г.н.

ГЕОИНФО

Электронное издание

Издается с марта 2016 года.

Периодичность: 10 выпусков в год.

ISSN: 2949-0677

Префикс DOI: 10.58339

Редакцией журнала принимаются к рассмотрению статьи по следующим темам: инженерные изыскания для строительства; геотехническое проектирование; инженерная и экологическая геология; механика грунтов, геотехника, проектирование оснований и фундаментов; экология и экологические исследования; проблемы инженерно-геологического риска; методы прогнозирования, предотвращения, минимизации и ликвидации последствий опасных природных процессов и явлений; инженерная защита территории.

Учредитель:

Ананко Виктор Николаевич

Издательство:

ГеоИнфо, ИП Ананко В.Н.

Адрес:

119146, РФ, Москва,
ул. 3-я Фрунзенская, 10/12

Редакция:

Ананко Виктор Николаевич
Главный редактор

Васин Михаил Васильевич
Обозреватель

Дизайн и верстка:

ИП Лившиц С.С.

Официальный сайт:

Geoinfo.ru

Адрес в НЭБ:

https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=80357

Распространяется бесплатно.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Дата выхода в свет: 07.07.2023 г.

© Ананко Виктор Николаевич, 2023

© ГеоИнфо, 2023

Фото на обложке: www.Pixabay.com

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Эколого-геологические системы массивов крупнообломочных грунтов бассейна реки Ирикчат (Кабардино-Балкария)

Королёв Владимир

6

МЕХАНИКА ГРУНТОВ И ГЕОТЕХНИКА

Сравнение осадок оснований фундаментов, рассчитанных с использованием разных моделей грунта в программе Midas GTS NX и аналитически

Берёзкин Артём

20

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

О важности результатов геотехнического мониторинга для оценки поведения армогрунтового сооружения

Васин Михаил

38

ПРИЛОЖЕНИЕ. ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Целевое обучение студентов: суть, востребованность, подводные камни

Дьяченко Людмила

46

Запрет беспилотников: кто как приспособился и на что надеется

Дьяченко Людмила

50

Технологические осадки: почему буросекущие сваи могут разрушать окружающую застройку

Дьяченко Людмила

54

Управление строительством в России. Перезагрузка

Сизова Галина

58

Об эффективных и экономичных армогрунтовых сооружениях на основе систем семейства «Террамеш»

Иван Кукло

66

Опасна ли тяжесть небоскребов комплекса «Москва-сити»?

Васин Михаил

72

Перечень научных специальностей:

- 020102. Основания и фундаменты, подземные сооружения
- 020806. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 010601. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика
- 010606. Гидрогеология
- 010607. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
- 010608. Гляциология и криология Земли
- 010609. Геофизика
- 010621. Геоэкология
- 020110. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства
- 010612. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
- 010616. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
- 020106. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология
- 010617. Океанология
- 010619. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия
- 010620. Геоинформатика, картография
- 010622. Геодезия
- 020107. Технология и организация строительства
- 020109. Строительная механика



ECOLOGICAL GEOLOGY

Ecological-geological systems of masses of macrofragmental soils in the Irikchat river basin (Kabardino-Balkaria)

Korolev Vladimir

SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICS

Comparing the foundation base settlements calculated using various soil models in the Midas GTS NX program and analytically

Berezkin Artem

GEOTECHNICAL MONITORING

On the importance of geotechnical monitoring results to assess the behavior of a reinforced soil structure

Vasin Mihail

APPENDIX. DISCUSSION MATERIALS

Targeted training of students: the essence, relevance, pitfalls

Lyudmila D'yachenko

The ban on drones: who has adapted and what hopes for?

Lyudmila D'yachenko

Technological settlements: why secant piles can destroy the surrounding buildings

Lyudmila D'yachenko

Construction management in Russia. reboot

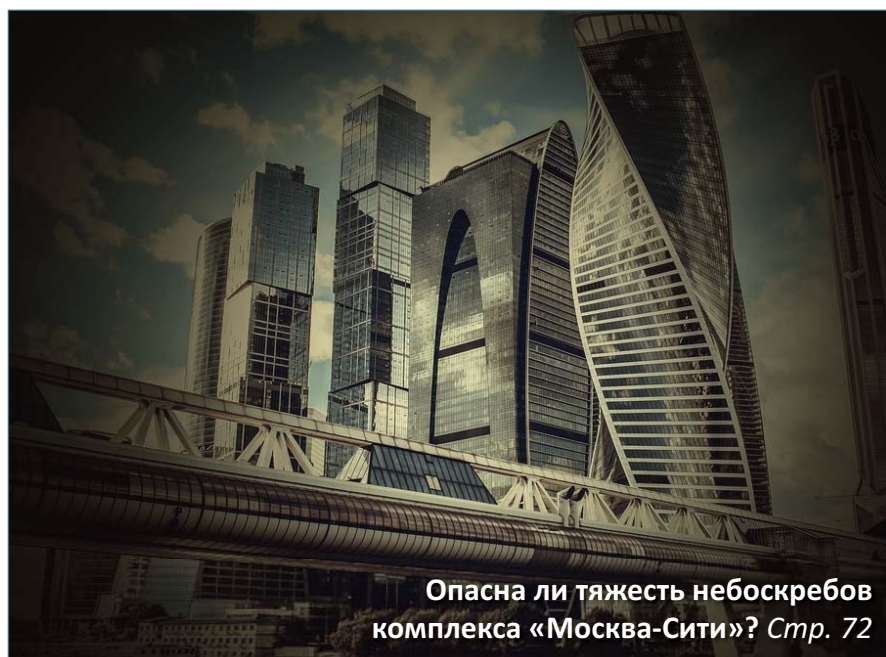
Galina Sizova

On efficient and economical reinforced soil structures based on the systems of the "Terramesh" family

Kuklo Ivan

Is the weight of the skyscrapers of the Moscow city complex dangerous?

Vasin Mihail



Опасна ли тяжесть небоскребов комплекса «Москва-Сити»? Стр. 72

GEOINFO

6

Electronic publication

Published since 2016

Publication frequency:
10 issues per year

20

ISSN: 2949-0677

DOI prefix: 10.58339

38

The editorial board of the journal accepts for consideration articles on the following topics: Site Investigation for Construction; Geotechnical Designing; Engineering and Ecological Geology; Soil Mechanics; Geotechnics; Design of Bases and Foundations; Ecology and Environmental Studies; Engineering-Geological Risk Problems; Methods for Forecasting, Preventing, Minimizing and Eliminating the Consequences of Hazardous Natural Processes and Phenomena; Engineering Protection of Territories.

46

Founder:

Ananko Viktor Nikolaevich

54

Publisher:

GeoInfo, individual entrepreneur
Ananko V.N.

58

Address:

10/12 3rd Frunzenskaya str., Moscow, 119146, Russian Federation

66

Editorial staff:

editor-in-chief:
Ananko Viktor Nikolaevich;

72

analyst:
Vasin Mikhail Vasilyevich;

Designer and layout designer:

individual entrepreneur
Livshic S.S.

Official website:

Geoinfo.ru

Address in the National Electronic Library of the RF:

https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=80357

It is distributed for free

The editorial staff is not responsible for the content of advertising materials

Publication date: 07.07.2023

© Ananko Viktor Nikolaevich, 2023

© GeoInfo, 2023

Cover photo: www.Pixabay.com





Фото В.А. Королева
Photo by V.A. Korolev

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МАССИВОВ КРУПНООБЛОМОЧНЫХ ГРУНТОВ БАСЕЙНА РЕКИ ИРИКЧАТ (КАБАРДИНО-БАЛКАРИЯ)

КОРОЛЁВ В.А.

Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д. г.-м. н., г. Москва, Россия
va-korolev@bk.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются характерные особенности эколого-геологической системы (ЭГС), формирующейся в пределах массива крупнообломочных грунтов на примере горной территории верховьев бассейна реки Ирикчат в Кабардино-Балкарии (Приэльбрусье). Характеризуются ее абиотические и биотические компоненты, рассматриваемые как система. Показано, что литотопы массивов крупнообломочных грунтов обуславливают специфические черты абиотических компонентов ЭГС, их микро-, фито- и зооценозов. Указанные особенности необходимо учитывать при инженерно-экологических изысканиях на массивах крупнообломочных грунтов горных территорий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

эколого-геологическая система; крупнообломочные грунты; литотоп; эдафотоп; биоценоз; микробиоценоз; фитоценоз; зооценоз; инженерно-экологические изыскания.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Королёв В.А. Эколого-геологические системы массивов крупнообломочных грунтов бассейна реки Ирикчат (Кабардино-Балкария) // Геоинфо. 2023. № 5. С. 6–16 doi:10.58339/2949-0677-2023-5-5-6-16

ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEMS OF MASSES OF MACROFRAGMENTAL SOILS IN THE IRIKCHAT RIVER BASIN (KABARDINO-BALKARIA)

KOROLEV VLADIMIR A.

DSc (Geology and Mineralogy), professor at the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
va-korolev@bk.ru

ABSTRACT

The article discusses the characteristic features of an ecological-geological system (EGS) formed within a mass of macrofragmental soils by the example of the mountain territory of the upper reaches of the Irikchat river basin in Kabardino-Balkaria (the Elbrus region). Its abiotic and biotic components, which are considered as a system, are characterized. It is shown that lithotopes of masses of macrofragmental soils determine the specific features of the abiotic components of the EGS, their microbio-, phyto- and zoocenoses. These features must be taken into account during engineering-ecological surveys on masses of macrofragmental soils in mountain areas.

KEYWORDS:

ecological-geological system; macrofragmental soils; lithotope; edaphotope; biocenosis; microbiocenosis; phytocenosis; zoocenosis; engineering-ecological surveys.

FOR CITATION:

Korolev V.A. Ekologo-geologicheskiye sistemy massivov krupnooblomochnykh gruntov basseyna reki Irikchat (Kabardino-Balkariya) [Ecological-geological systems of masses of macrofragmental soils in the Irikchat river basin (Kabardino-Balkaria)] // Geoinfo. 2023. № 5. S. 6-16 doi:10.58339/2949-0677-2023-5-5-6-16 (in Rus.).

Введение ►

На территории России во многих регионах широко распространены эколого-геологические системы (ЭГС), формирующиеся в пределах массивов крупнообломочных грунтов. Они представляют собой природные образования, состоящие из абиотических компонентов (литотопа и эдафотопа) и биотических компонентов (микробиоценоза, фитоценоза и зооценоза), взаимно влияющих друг на друга и образующих сложнопостроенную систему [1]. В зависимости от состава этих компонентов ЭГС массивов различных грунтов весьма многообразны [2]. Однако эколого-геологические особенности многих из них остаются все еще слабоизученными. Это касается и ЭГС массивов крупнообломочных грунтов.

Поэтому целью данной статьи является выявление и анализ особенностей природных однородных ЭГС массивов крупнообломочных грунтов на примере ЭГС горной территории бассейна реки Ирикчат в Кабардино-Балкарии (рис. 1).

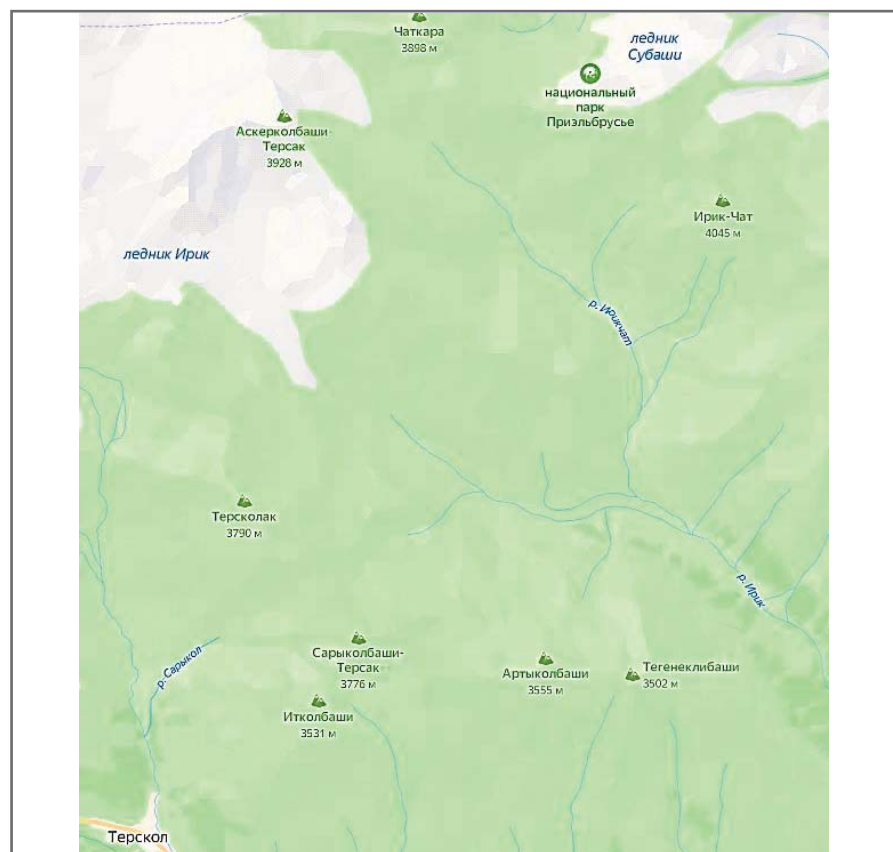


Рис. 1. Территория Приэльбрусья в верховьях долин рек Ирик и Ирикчат

Особенности абиотических компонентов

Эколого-геологические системы данного типа широко распространены во многих высокогорных районах Кавказа от Краснодарского края на западе до Чеченской республики на востоке. Рассмотрим их особенности на примере восточного Приэльбрусья – на территории Кабардино-Балкарии в бассейнах рек Баксан, Ирик и Ирикчат. Ирикчат является левым притоком реки Ирик, впадающей в реку Баксан (см. рис. 1). В верховьях рек Ирик и Ирикчат располагаются ледники Ирик и Ирикчат соответственно.

Литотопы природных однородных эколого-геологических систем массивов крупнообломочных грунтов верховьев долины реки Ирикчат имеют осадочный генезис и представлены несколькими генетическими типами: элювиальными, коллювиальными (склоновыми), ледниковыми и аллювиальными (рис. 2, таблица 1). Различные морфологические особенности этих крупнообломочных отложений позволяют определить их генезис [3].

Элювиальный литотоп, формирующий аккумулятивную ЭГС, здесь представлен элювием – каменными развалами на горных вершинах, образующимися за счет преимущественно физического выветривания материнских скальных магматических и метаморфических грунтов. Он имеет прерывистое, локальное распространение, а мощность самого элювия незначительна (рис. 3). Тем не менее элювиальные крупнообломочные грунты способствуют формированию более широко распространенных склоновых отложений – коллювиальных и деляпсивных. Характерными морфологическими особенностями элювиальных крупнообломочных грунтов являются неокатанность их обломков, хаотичность их залегания на вершинах гребней, отсутствие какой-либо сортировки и др.

Коллювиальный литотоп, формирующий транзитно-аккумулятивную ЭГС, здесь является преобладающим и представлен осыпными крупнообломочными грунтами (Q_{IV}), состоящими из неокатанных угловатых обломков материнских магматических пород (гранитов γC) и метаморфических пород протерозоя (PR – гнейсов, амфиболитов и др.) размером от 2–5 до 80–120 см и более. В основном в осыпях преобладают обломки размером 10–15 см. Эти осыпи активные, нестабилизированные, формирующиеся вследствие развития

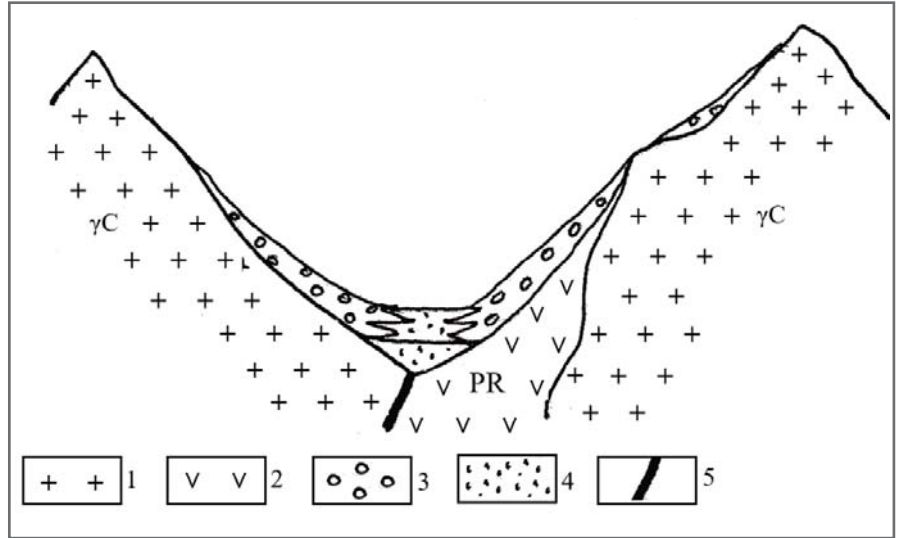


Рис. 2. Схема строения литотопа эколого-геологической системы долины реки Ирикчат (составил В.А. Королев): 1 – граниты; 2 – гнейсы; 3 – крупнообломочные осыпные грунты; 4 – песчано-гравийные грунты; 5 – разлом

Таблица 1. Литотопы природных однородных эколого-геологических систем (ЭГС) массивов крупнообломочных грунтов долины реки Ирикчат

Генезис	Литотоп		ЭГС		
			аккумулятивная	транзитно-аккумулятивная	транзитная
Осадочный	Крупнообломочный окатанный	валунный	–	ледниковая	ледниковая
		галечниковый	–	ледниковая	ледниковая, аллювиальная
		гравийный	–	ледниковая	ледниковая, аллювиальная
	Крупнообломочный неокатанный	глыбовый	элювиальная	коллювиальная, деляпсивная	–
		щебнистый	элювиальная	коллювиальная, деляпсивная	–
		дресвяный	элювиальная	коллювиальная, деляпсивная	–



Рис. 3. Элювий (на переднем плане) на вершине гребня в Приэльбрусье (фото С.В. Королева)

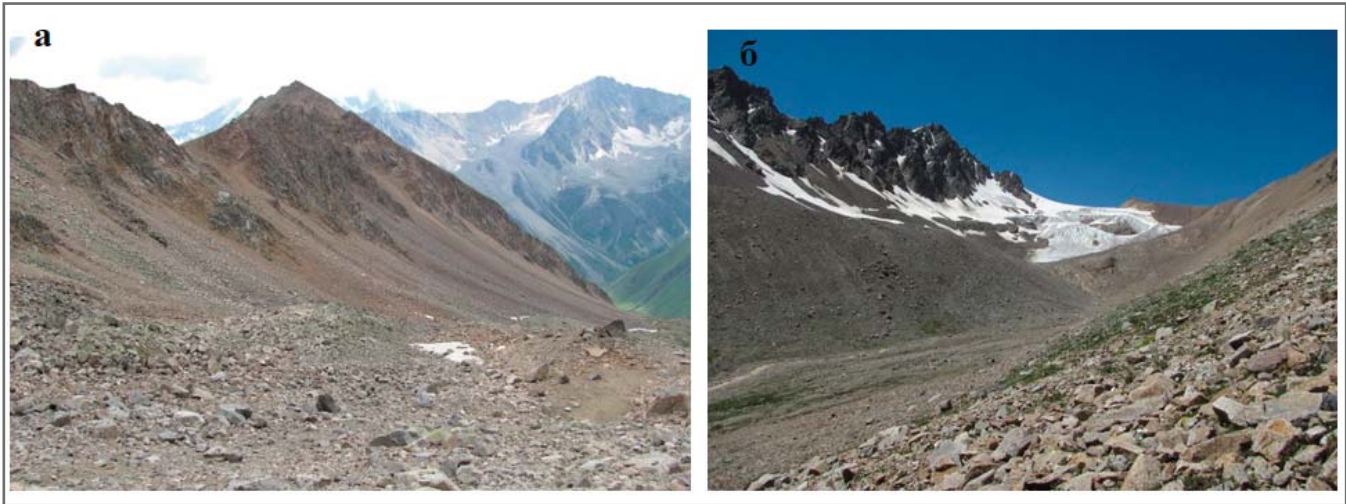


Рис. 4. Эколо-геологическая система массивов осыпных грунтов долины реки Ирикчат на высоте 3300–3400 м (фото Г. Окатова, 2018 г.)

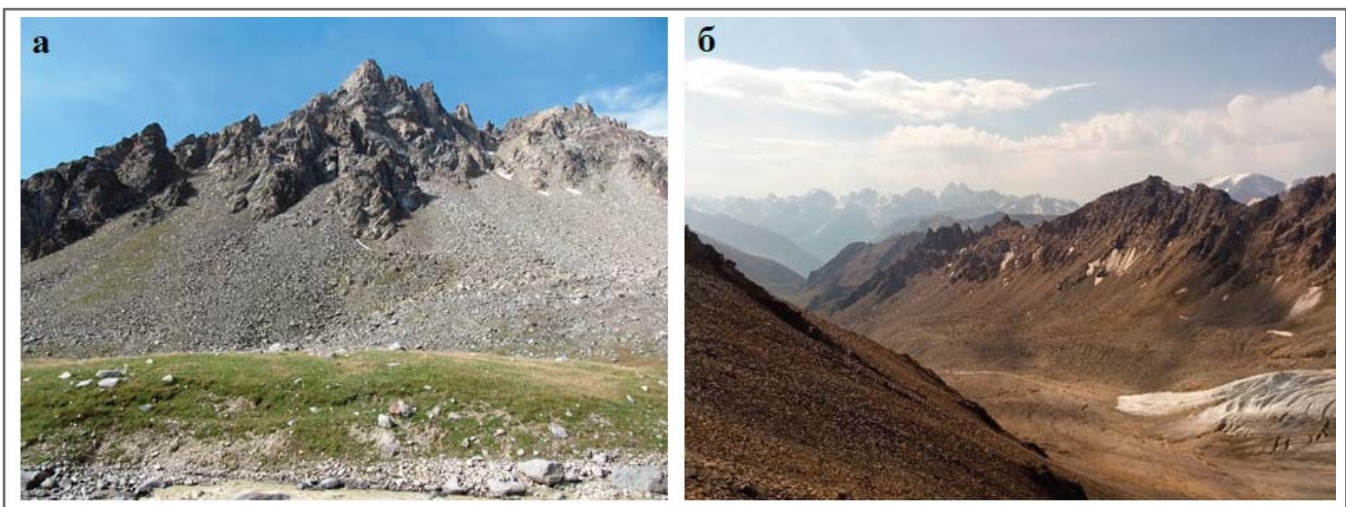


Рис. 5. Осыпные склоны долины реки Ирикчат. На переднем плане – моренный вал (а), осыпи у ледника Ирикчат на высоте 3800 м (б) (фото С.В. Королева, 2019 г.)

процессов физического выветривания и активизирующиеся под влиянием сезонных климатических факторов и сейсмических воздействий (см.рис. 2, рис. 4–6).

Такой десперсий покрывает здесь почти все склоны долины реки Ирикчат в виде шлейфов различной ширины, иногда достигающей сотен метров, и мощностью 1–2 м в верхних частях склонов и до 3–4 м и более в нижних частях. Во многих осыпных шлейфах наблюдается дифференциация обломков по крупности, которая увеличивается сверху вниз. Широкое развитие обвально-осыпных процессов на склонах долин рек Ирикчат и Ирик (притока реки Баксан) способствует формированию катастрофических селей ниже по долине реки Баксан (рис. 6).

Ледниковый литотоп, формирующий транзитно-аккумулятивную ЭГС и транзитную ЭГС, здесь представлен



Рис. 6. Осыпные шлейфы в долине реки Ирикчпт (источник космоснимка: Google Earth)

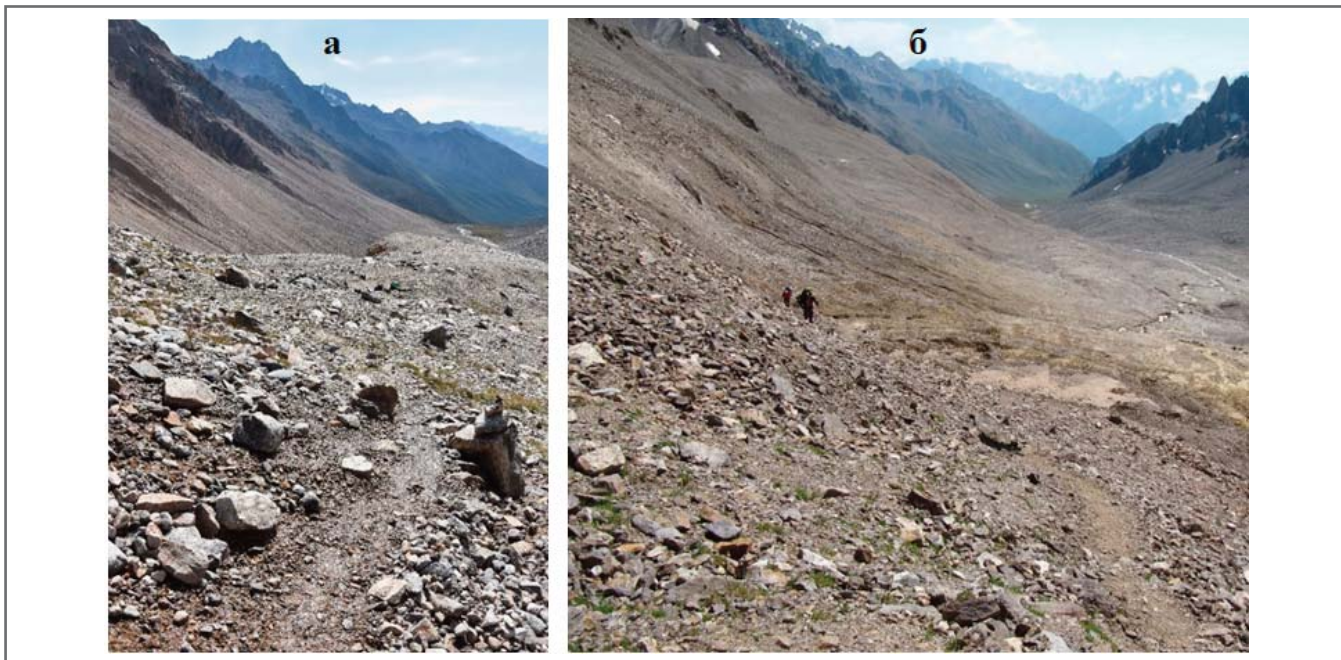


Рис. 7. Осыпные склоны долины реки Ирикчат (а), на переднем плане – вал ледниковой морены (б) (фото С.В. Королева, 2019 г.)

крупнообломочными грунтами морен, развитыми по долине реки Ирикчат в виде вытянутых вдоль русла реки валов из крупнообломочных моренных грунтов. В отличие от остроугольных обломков на склонах здесь в моренных отложениях наблюдается средняя или частичная окатанность камней и глыб (рис. 7).

Они, как правило соседствуют с аллювиальными литотопами массивов крупнообломочных грунтов, формирующих транзитные ЭГС (рис. 8).

Эдафотоп непосредственно в пределах осыпных шлейфов долины реки Ирикчат совсем не развит. Поэтому данные эколого-геологические системы можно считать неполными по числу их компонентов.

Лишь там, где в верхних частях осыпей мощность десперсия очень мала, или между отдельными осыпными шлейфами наблюдаются маломощные каменистые горно-луговые примитивные субальпийские почвы, покрытые редкой травянистой растительностью. Их мощность не превышает 20–35 см, а чаще составляет 10–15 см.

Наибольшие площади долины реки Ирикчат заняты каменистыми горно-луговыми почвами в непосредственной близости от ее русла и по поверхности моренных валов (см. рис. 8).

Особенности биотических компонентов ▶

Микроценоз осыпных склонов также весьма беден и практически неизучен. Основное количество биомассы



Рис. 8. Крупнообломочные аллювиальные грунты в русле реки Ирикчат (фото С.В. Королева, 2019 г.)

и видов микроорганизмов приурочено к очагам горно-луговых почв. В целом для описываемой ЭГС характерно снижение численности микроорганизмов вверх по склонам в связи с уменьшением теплообеспеченности.

В горно-луговых почвах субальпийской и альпийской зон выявлены аммонифицирующие бактерии (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*, *Proteus* и др. в количестве 230–320 млн/см²), амолитические бактерии (80–280 млн/см²)

и микроскопические грибы (2000–5000 млн/см²) [4].

Фитоценоз осыпных склонов на высотах более 2,5–3 тыс. м относительно беден в видовом отношении по сравнению с альпийскими лугами, располагающимися здесь же ниже по склонам. В состав фитоценоза ЭГС массивов осыпных склонов входят грибы, лишайники, мхи, а также высшие растения.

Сообщества низших грибов и лишайников-эпилитов здесь представлены относительно бедно. Среди лишайников

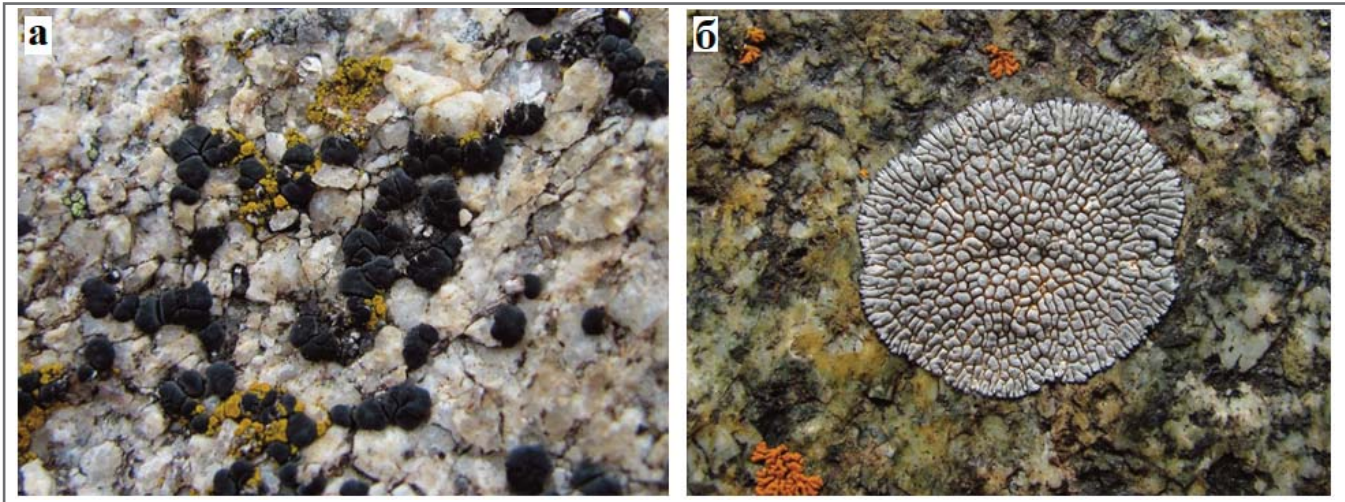


Рис. 9. Лишайники леканоромицеты (*Lecanoromycetis*) на камнях осыпей долины реки Ирикчат на высоте 2700 м (фото Г. Окатова, 2020 г.) [5]

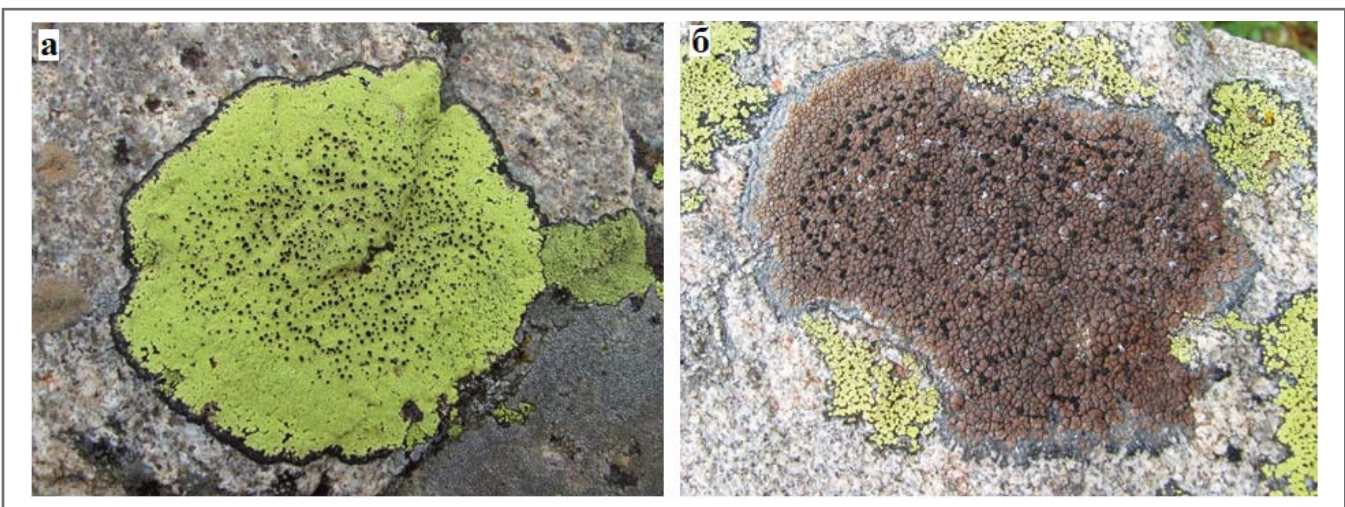


Рис. 10. Эпилитные лишайники рода ризокарпон (*Rhizocarpon*) на обломках осыпей на высоте 2900 м (а) и лецидея буро-черная (*Lecidea fuscoatra*) на высоте 3200 м (б) в долине реки Ирикчат (фото Г. Окатова, 2020 г. и 2018 г. соответственно) [5]

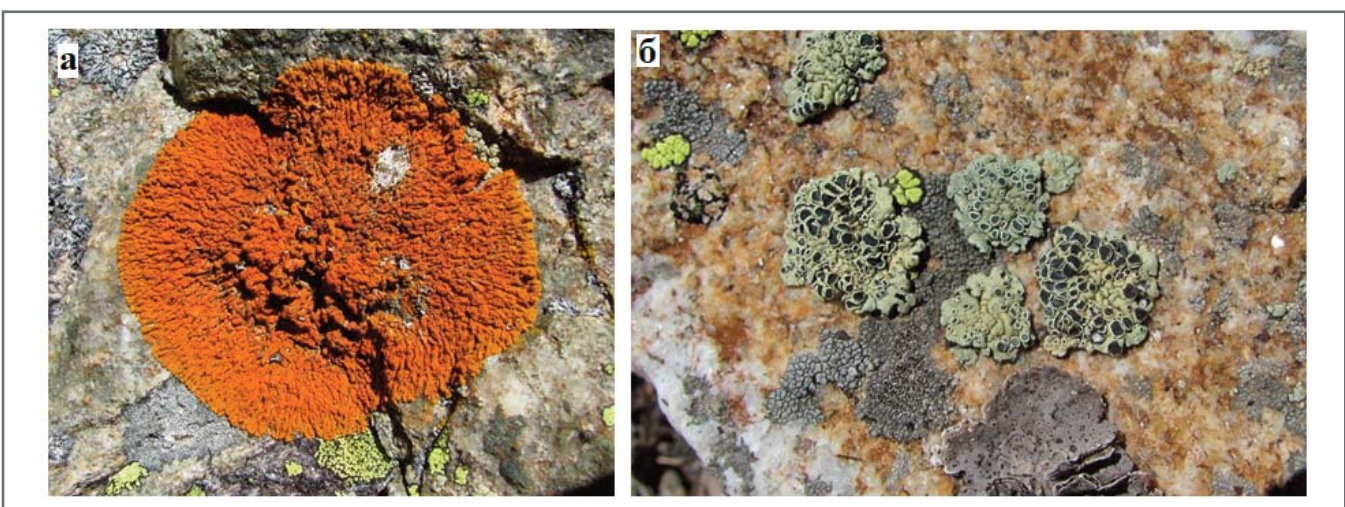


Рис. 11. Эпилитные телосхистовые лишайники (*Teloschistaceae*) на обломках осыпей на высоте 2900 м (а) и талломы ризоплаки чёрноглазковой (*Rhizoplaca melanophthalma*) с апотециями в сообществе с лишайниками других родов на высоте 3000 м (б) в долине реки Ирикчат (фото Г. Окатова, 2017 г.) [5]

на камнях осыпей здесь отмечены колонии леканоромицетов (*Lecanoromycetis* sp.), виды рода ризокарпон (*Rhizocarpon* sp.) (рис. 9, 10), ризоплака чёрноглазковая (*Rhizoplaca melanophthalma*). Встречаются виды класса бриевых мхов

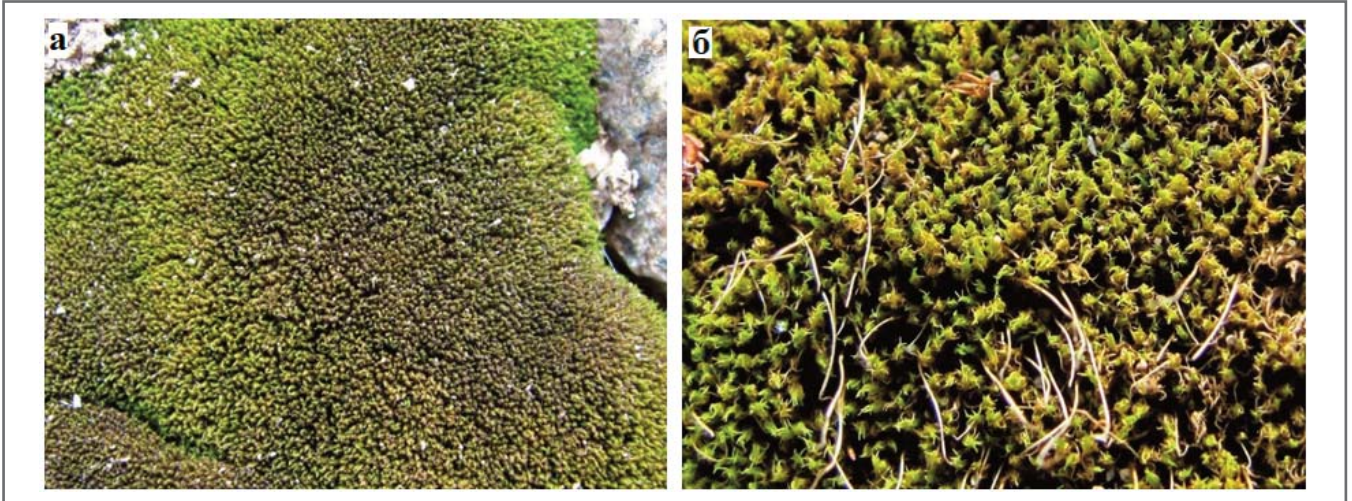


Рис. 12. Листостебельные мхи (класса *Bryopsida*) на обломках камней осыпей на высоте 3300 м в долине реки Ирикчат (фото Г. Окатова, 2018 г.) [5]

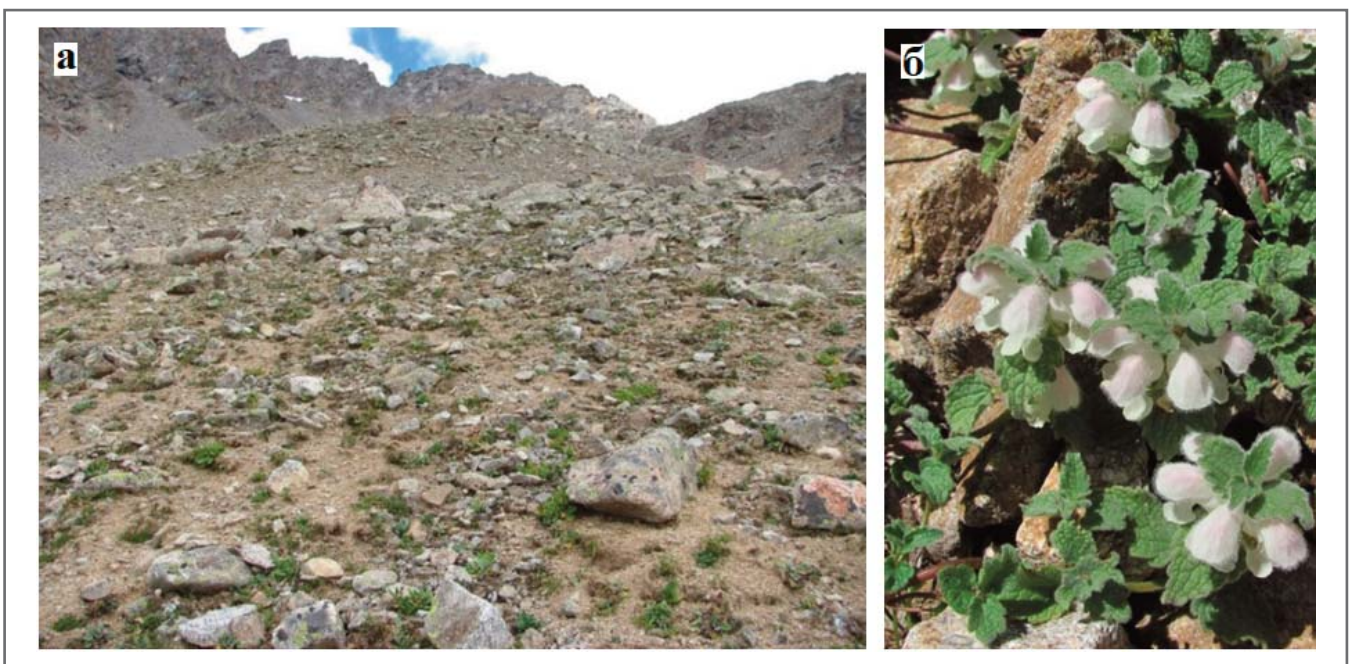


Рис. 13. Фитоценоз на массиве осыпных грунтов долины реки Ирикчат на высоте 3300–3400 м (а); яснотка войлочная (*Lamium tomentosum*) на осыпи на высоте 3000 м (б) (фото Г. Окатова, 2018 г. и 2017 г. соответственно) [5]

(*Briopsida*) и лишенизированных грибов семейства телосхистовые (*Teloschistaceae*) класса леканоромицетов (*Lecanoromycetes*) и др. (рис. 11).

Среди осыпей также встречаются такие представители листостебельных мхов, как бриевые мхи (*Bryopsida*), тело гаметофита которых разделено на стебель и листья (рис. 12).

Что касается высших растений, то на высотах 2,5–3 тыс. м среди каменистых осыпей развита лишь очаговая горнолуговая и субнивальная растительность (рис. 13–16). На осыпных склонах преобладают хазмофиты и петрофиты. Фитоценоз здесь представлен такими растениями-хазмофитами как вероника осыпная (*Veronica glareosa*), пепельник

Карягина (*Tephroseris karjaginii*), сухоцветка приземистая (*Omalotheca supina*), очиток тоненький (*Sedum tenellum*), хохлатка конически-корневая (*Corydalis conorhiza*), яснотка войлочная (*Lamium tomentosum*) (см. рис. 13, б), примулы (*Primula sp.*), колокольчики (*Campanula sp.*, см. рис. 16, а), пупавки (*Anthemis sp.*, см. рис. 16, б), а также сиббальдия полуголая (*Sibbaldia semiglabra*, см. рис. 14, а), лапчатка холодная (*Potentilla gelida*), камнеломка железистая (*Saxifraga adenophora*), крестовник Сосновского (*Senecio sosnovskyi*) и др. Всего в долине реки Ирикчат обнаружено около 150 видов растений, большинство из которых являются облигатными хазмофитами [5].

В пределах очагов альпийских лугов среди осыпных шлейфов формируются более богатые в видовом отношении растительные ассоциации – разнотравно-овсяницево-осоковые, разнотравно-овсяницево-осоковые, разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные и др.

Многие растения-хазмофиты приспособились к подвижным осыпям благодаря мощной корневой системе, закрепляющейся среди обломков пород (см. рис. 14, 15).

Зооценоз ЭГС массивов осыпных склонов здесь также намного беднее, чем на расположенных рядом и ниже альпийских лугах. В основном на рассматриваемой территории обитают жи-

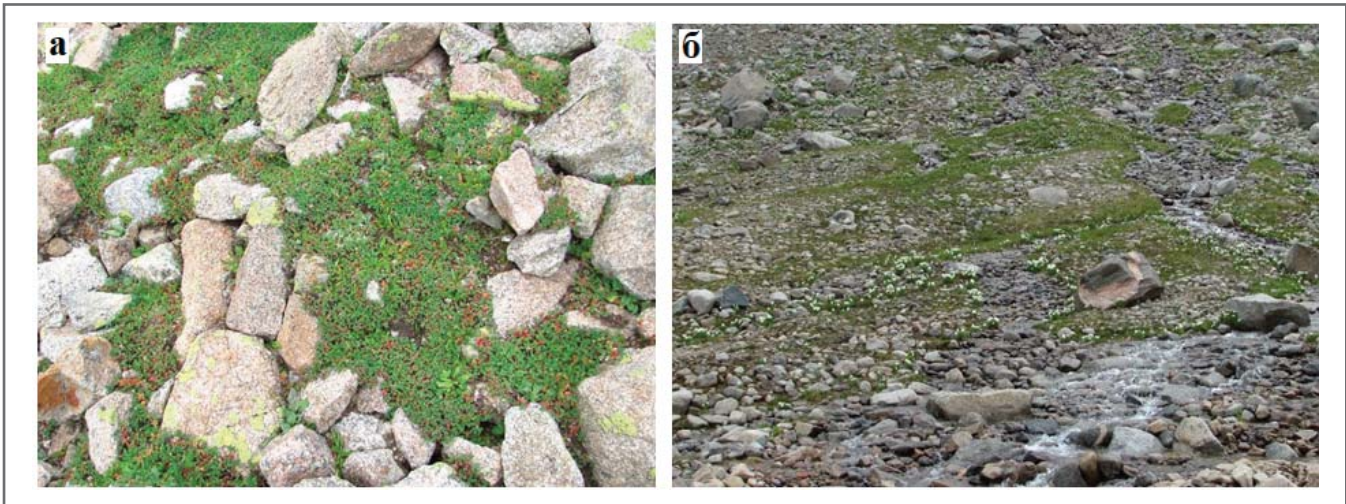


Рис. 14. Сиббальдия полуголая (*Sibbaldia semiglaba*) (а) и первоцвет Байерна (*Primula bayernii*) (б) среди обломков осыпи в долине реки Ирикчат на высоте 3000–3300 м (фото Г. Окатова, 2018 г.) [5]

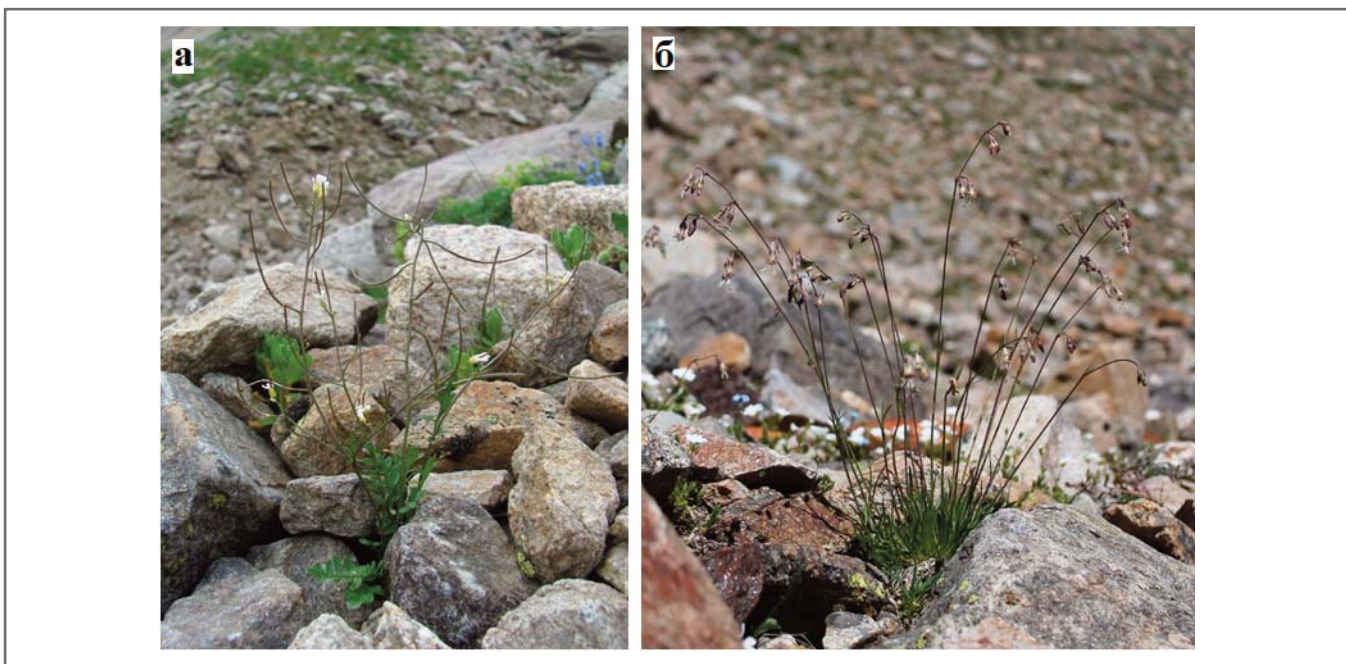


Рис. 15. Мурбекиелла Хюта (*Murbeckiella huetii*) (а) и смолёвка наскальная (*Silene saxatilis*) (б) на каменистой осыпи в долине реки Ирикчат на высоте 3100 м (фото Г. Окатова, 2018 г.) [5]

вотные-хазмофилы, использующие пространства между крупными камнями и глыбами в качестве укрытий или временной среды обитания.

Из беспозвоночных здесь встречаются различные нематоды (*Nematoda*), коллемболы (*Collembola*), паукообразные (*Aranea*). Но наиболее богато представлена энтомофауна (*Insecta*): встречаются различные виды прямокрылых (*Orthoptera*), комаров (*Culicidae*), слепней (*Tabanidae*), жуков (*Coleoptera*), среди которых особенно много жужилиц (*Carabidae*), и др.

Фауна чешуекрылых (*Lepidoptera*) этого региона относительно хорошо изучена [6, 7]. Из дневных чешуекрылых (*Lepidoptera*, *Rhopalocera*) тут встре-

чаются толстоголовки (*Carcharodus lavatherae*, *Ochloides sylvanus*, *Hesperia comma*, *Thymelicus lineola* и др.), белянки и желтушки (*Aporia crataegi*, *Pontia edusa*, *Colias croceus*, *Colias thisoa*), голубянки (*Polyommatus coridonius* и др.), сатиры (*Hyponephele lycaon alpheracui*, *Melanargia galathea*), а также различные нимфалиды (бабочка-хазмофил Болория кавказская (*Boloria caucasica*, рис. 17, а), гусеницы которой днем прячутся под камнями в осыпях, а ночью кормятся на растениях; многоцветница траурная, или траурница (*Nymphalis antiopa*, рис. 18), и другие бабочки) [6, 7].

По осыпным склонам встречается занесенная в Красную книгу РФ бабочка

парнассиус Нордмана (*Parnassius nordmanni*) (рис. 17, б), гусеницы которой выкармливаются на растущих здесь хохлатках конически-корневых (*Corydalis conorhiza*) и при опасности скрываются среди камней осыпей. Большинство же видов бабочек, поднимающихся на высоты до 3,5 тыс. м, здесь обитает на участках альпийских лугов среди осыпей, а осыпные шлейфы посещает изредка.

Кроме того, весьма богато представлена энтомофауна разноусых чешуекрылых (*Heterocera*), особенно молей (*Tineidae*), пядениц (*Geometridae*) и совок-хазмофилов (*Noctuidae*).

На осыпных склонах отсутствуют земноводные.

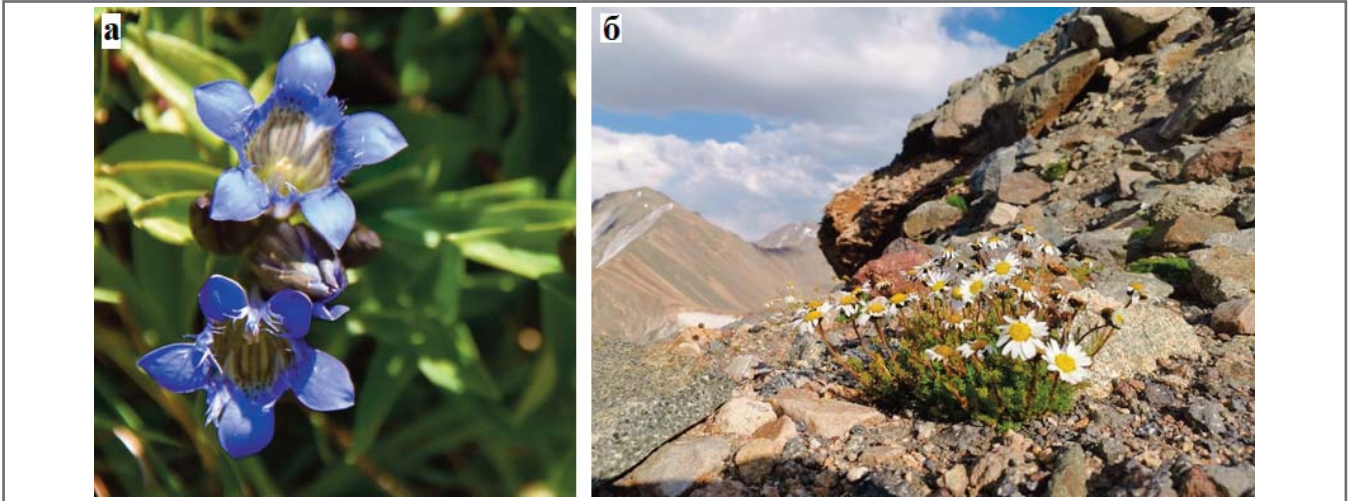


Рис. 16. Колокольчик камнеломка (*Campanula saxifraga*) (а) и пупавка (*Anthemis sp.*) (б) на осыпном склоне долины реки Ирикчат (фото С.В. Королева, 2019 г.)

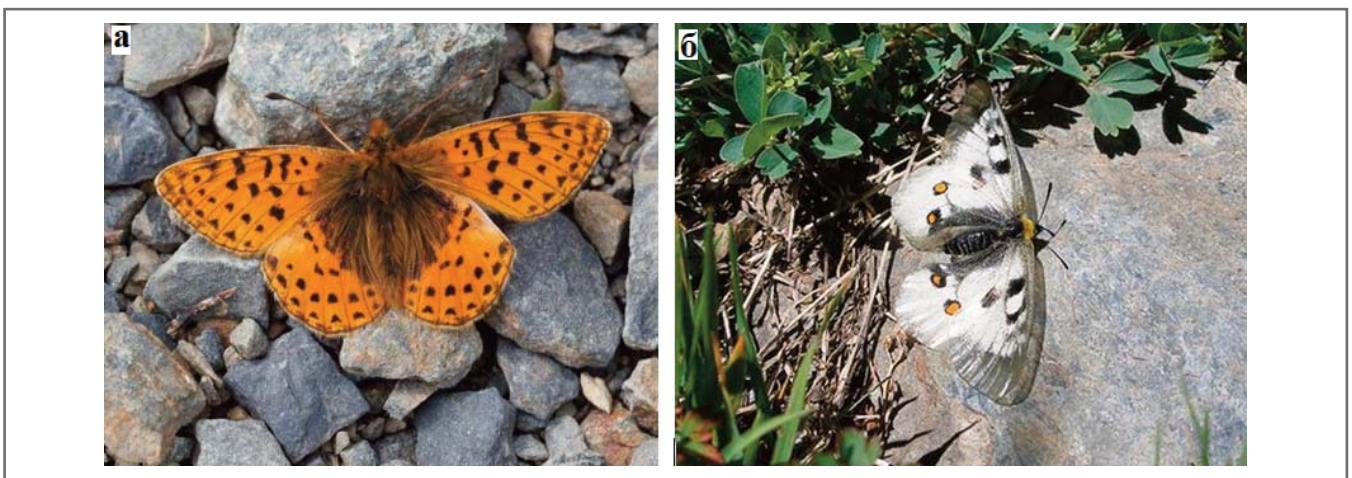


Рис. 17. Кавказская перламутровка (*Boloria caucasica*) (а) и парнассиус Нордмана (*Parnassius nordmanni*) (б), обитающие на осыпных склонах баксанской долины (фото В.В. Тихонова, 2011 г.) [7]

Орнитофауна представлена перелетными и оседлыми видами птиц. Из них здесь встречаются горный конек (*Anthus spinoletta*), луговой чекан (*Saxicola rubetra*), альпийская галка (*Pyrrhocorax graculus*), горная овсянка (*Emberiza cia*), вьюрки (*Fringillidae*). Вблизи самих осыпей и снегов можно увидеть кавказских уларов, или горных индеек (*Tetraogallus caucasicus*). В небе кружатся беркуты (*Aquila chrysaetos*) и канюки (*Buteo sp.*), гнездящиеся среди скал и охотящиеся на сусликов.

Млекопитающих на осыпных склонах довольно мало. Тем не менее среди камней здесь довольно часто встречается эндемик Приэльбрусья эльбрусский суслик (*Spermophilus musiscus*, рис. 19), редко – пищухи (*Ochotona sp.*). В почве живут землеройки (бурозубка кавказская – *Sorex satunini*). На осыпных склонах иногда появляются кавказские туры (*Capra caucasica*).



Рис. 18. Многоцветница траурная, или траурница (*Nymphalis antiopa*, рис. 18), в долине реки Ирикчат (фото С.В. Королева, 2019 г.)



Рис. 19. Фотографии эльбрусского суслика (*Spermophilus musicus*) у норы в долине реки Ирикчат (фото С.В. Королева, 2019 г.)

Заключение ►

Таким образом, эколого-геологическая система массивов крупнообломочных осыпных грунтов долины реки Ирикчат отличается рядом специфических особенностей, обусловленных ее литотопом и климатическими условиями высокогорий Кавказа, что предопределило характерные черты и состав ее биотических компонентов.

Отмеченные особенности ЭГС необходимо учитывать при инженерно-экологических изысканиях на массивах крупнообломочных грунтов аналогичных горных территорий. ❏

Автор благодарит С.В. Королева за предоставленные полевые материалы и фотографии компонентов эколого-геологических систем долины реки

Ирикчат, а также В.В. Тихонова за фотографии чеширукрылых. Работа выполнена в рамках государственной тематики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Эколого-геологические системы: структура, многообразие, систематика и их анализ» (раздел 0110 (для тем по госзаданию), номер 5-4-2021, номер ЦИТИС 121042200089-3).

Список литературы ►

1. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2009. № 2. С. 48–52.
2. Королёв В.А., Трофимов В.Т. К построению общей классификации континентальных эколого-геологических систем // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2022. № 1. С. 54–61.
3. Воскресенский И.С. Анализ щебнисто-галечных отложений для целей определения генезиса рыхлых осадков // Вестник МГУ. Серия 5. География. 1980. № 4. С. 75–79.
4. Казеев К.Ш., Овдиенко Р.В., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Особенности распределения микроорганизмов в горно-луговых почвах Кавказского биосферного заповедника // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2003. № 2. С. 82–84.
5. Окатов Г. Долина реки Ирикчат (географическая точка: таксоны с фото) // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений (электронный ресурс). Дата последнего обращения: 12.02.2022. URL: plantarium.ru/page/illustrated/point/9473.html.
6. Некрутенко Ю.П. Дневные бабочки Кавказа. Определитель. Том 1. Семейства Papilionidae, Pieridae, Satyridae, Danaidae. Киев: Наукова думка. 1990. 215 с.
7. Тихонов В.В., Страдомский Б.В., Кузнецов Г.В., Андреев С.А. Бабочки Кавказа и Юга России (электронный ресурс). Дата последнего обращения: 12.02.2022. URL: babochki-kavkaza.ru.

References ►

1. Trofimov V.T. Ekologo-geologicheskaya sistema, ee tipy i polozhenie v strukture ekosistemy [Ecological-geological system, its types and position in the structure of an ecosystem] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya. 2009. № 2. S. 48–52 (in Rus.).
2. Korolev V.A., Trofimov V.T. K postroyeniyu obshchey klassifikatsii kontinental'nyh ekologo-geologicheskikh sistem [On the construction of a general classification of continental ecological-geological systems] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya. 2022. № 1. S. 54–61 (in Rus.).

3. Voskresenskiy I.S. Analiz shchebnisto-galechnyh otlozheniy dlya tseley opredeleniya genezisa ryhlyh osadkov [Analysis of rubble-pebble deposits for the purpose of determining the genesis of loose sediments] // Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya. 1980. № 4. S. 75–79 (in Rus.).
4. Kazeev K.Sh., Ovdienko R.V., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Osobennosti raspredeleniya mikroorganizmov v gorno-lugovyh pochvah Kavkazskogo biosfernogo zapovednika [Features of the distribution of microorganisms in the mountain meadow soils of the Caucasian Biosphere Reserve] // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennyie nauki. 2003. № 2. S. 82–84 (in Rus.).
5. Okatov G. Dolina reki Irikchat (geograficheskaya tochka: taksony s foto) [Valley of the Irikchat River (geographic point: taxa with photo)] // Plantarium. Rasteniya i lishayniki Rossii i sopredel'nyh stran: otkrytyi onlain atlas i opredelitel' rasteniy (elektronnyi resurs). Data poslednego obrashcheniya: 12.02.2022. URL: plantarium.ru/page/illustrated/point/9473.html (in Rus.).
6. Nekrutenko Yu.P. Dnevnyie babochki Kavkaza. Opredelitel'. Tom 1. Semeystva Papilionidae, Pieridae, Satyridae, Danaidae. Kiev: Naukova dumka. 1990. 215 s. (in Rus.).
7. Tihonov V.V., Stradomskiy B.V., Kuznetsov G.V., Andreev S.A. Babochki Kavkaza i Yuga Rossii [Butterflies of the Caucasus and the South of Russia] (elektronnyi resurs). Data poslednego obrashcheniya: 12.02.2022. URL: babochki-kavkaza.ru (in Rus.).

Независимый электронный журнал **ГеоИнфо**

**С 2022 года журнал «ГеоИнфо»
выходит в формате *PDF.
10 выпусков в год.**



WWW.GEOINFO.RU

ООО НПП «ГЕОТЕК» - ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ, МЕРЗЛЫХ, КРУПНООБЛОМОЧНЫХ И СКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ.

ПРИБОРЫ КРИОЛОГИЧЕСКИЕ СЕРИИ СТАНДАРТ

ХИТ продаж

Прибор компрессионный криологический ГТ 1.1.11



Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14



Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2



Температура окружающей среды **+5 (±2) С°**

Прибор разработан для эксплуатации в холодильной камере (камера не входит в состав прибора)

ВОЗМОЖНОСТИ:

- автоматизированный режим испытания с поддержанием заданной отрицательной температуры каждого образца;
- прибор работает при пониженных температурах;
- автоматическое управление температурой образца;
- испытание до трех образцов в одном приборе;
- измерение температуры каждого образца.

ПРИБОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ПРОВЕДЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ИСПЫТАНИЙ:

- **Прибор компрессионный криологический ГТ.1.1.11**
-испытание по ГОСТ 12248.10-2020 на сжатие и сжатие с оттаиванием;
- **Прибор срезной криологический ГТ 1.2.14**
-испытания по ГОСТ 12248.8-2020 на срез по поверхности смерзания;
-испытания по ГОСТ Р56726-2015 по определению касательных сил морозного пучения;
- **Прибор шариковый штамп криологический ГТ 1.6.2**
-испытания по ГОСТ 12248.7-2020 шариковым штампом.

ПОЧЕМУ ВЫБИРАЮТ НАС



Высокое качество



Выгодная цена



Надежный сервис



Экономия бюджета испытаний

440004, Россия, г. Пенза, ул. Центральная, строение 1М,
+7(8412) 999-189, 8-800-200-16-05 (звонок по России бесплатный),
sales@npp-geotek.ru, npp-geotek.com

*На правах рекламы



НОВЫЙ



GeoStab

расчет
УСТОЙЧИВОСТИ
ОТКОСОВ



Malin|n soft

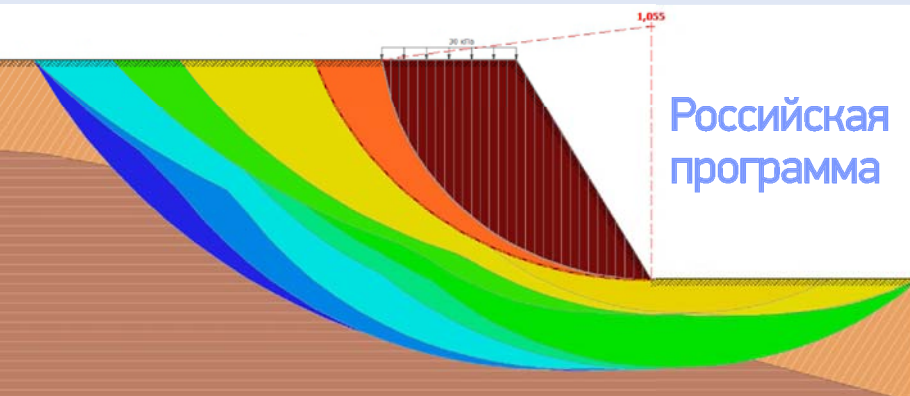
этапность проекта

новые возможности
анализа

3D визуализатор

экспорт в DXF

новый дизайн
в темном и светлом
оформлении



(342) 204-02-08
info@malininsoft.ru
www.malininsoft.ru



Ограждение
котлованов
GeoWall



Склоны
и откосы
GeoStab



2D
МКЭ
Alterra



Свайно-плитный
фундамент
GeoPlate

EngGeo

инженерно-геологические
изыскания

8 (499) 110-06-51

Программный комплекс EngGeo
Обработка и хранение результатов
инженерно-геологических изысканий



ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

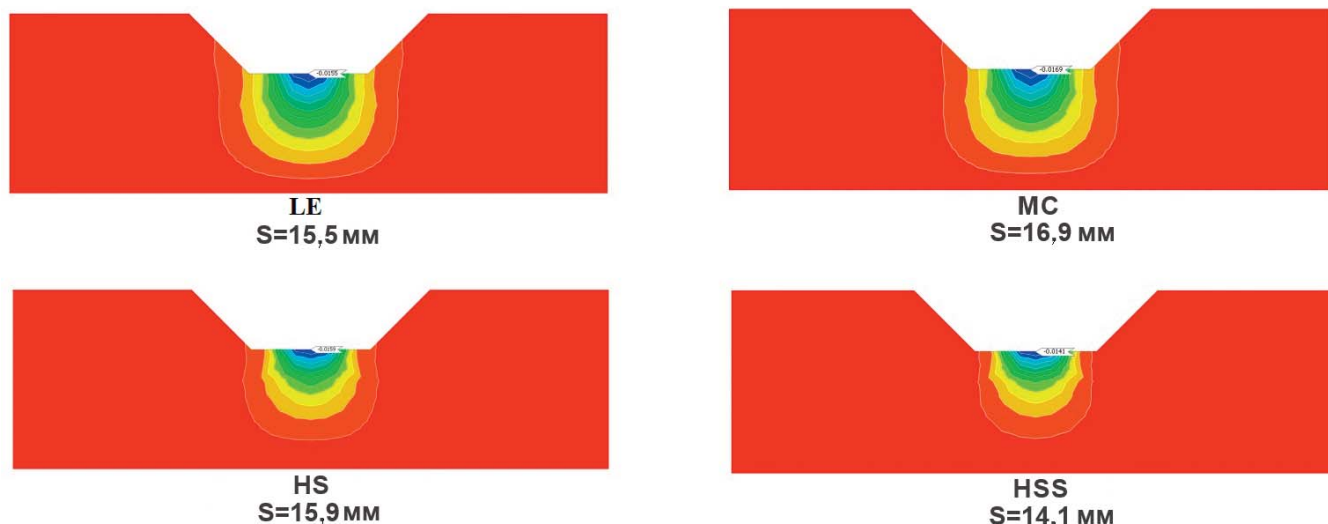
- полный комплекс лабораторных испытаний грунтов и вод;
- полевые испытания грунтов;
- статистическая обработка результатов испытаний;
- выходные ведомости и таблицы в форматах Word и Excel;
- использование сетевой или локальной базы данных объектов работ;
- построение колонок скважин и разрезов в графической среде AutoCAD (*AutoCAD LT является отдельной линейкой продуктов и не поддерживается*), nanoCAD или MicroStation;

По вопросам приобретения или обновления Вы можете написать на sales@enggeo.net

Обратиться в поддержку можно по адресу support@enggeo.net

Или обратиться по телефону +7 (499) 110-06-51

WWW.ENGCEO.RU



СРАВНЕНИЕ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ, РАССЧИТАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ГРУНТА В ПРОГРАММЕ **MIDAS GTS NX** И АНАЛИТИЧЕСКИ

БЕРЁЗКИН АРТЁМ

Геотехник, эксперт по midas GTS NX

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы результаты расчетов осадок грунтовых оснований фундаментов в программном комплексе midas GTS NX с использованием разных моделей грунта и с помощью аналитического метода. Также рассмотрены следующие вопросы: почему при расчете осадок необходимо корректно определить положение нижней границы модели; почему результаты численных расчетов с использованием моделей грунта LE, MC, HS, HSS (соответственно линейно-упругой, Мора – Кулона, упрочняющегося грунта, упрочняющегося грунта при малых деформациях) и аналитического расчета методом послойного суммирования различаются; какая модель грунта дает наиболее корректные результаты при расчете осадок.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ленточный фундамент; плитный фундамент; сжимаемая толща грунта; расчет осадок грунта; программный комплекс midas GTS NX; модели грунта; линейно-упругая модель (LE); модель Мора – Кулона (MC); модель упрочняющегося грунта (HS); модель упрочняющегося грунта при малых деформациях (HSS); аналитический расчет; метод послойного суммирования.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Берёзкин А. Сравнение осадок оснований фундаментов, рассчитанных с использованием разных моделей грунта в программе midas GTS NX и аналитически // Геоинфо. 2023. № 5. С. 20–34 doi:10.58339/2949-0677-2023-5-5-20-34

COMPARING THE FOUNDATION BASE SETTLEMENTS CALCULATED USING VARIOUS SOIL MODELS IN THE **MIDAS GTS NX** PROGRAM AND ANALYTICALLY

BEREZKIN ARTEM

Geotechnical engineer, expert on midas GTS NX

ABSTRACT

The article analyzes the results of calculating settlements of ground bases of foundations using various soil models in the midas GTS NX software package and using the analytical method. The following questions are also considered: why it is necessary to determine the position of the lower boundary of the model correctly for calculation of settlements; why the results of numerical calculations using the LE, MC, HS, HSS soil models and of the analytical calculation by layer-by-layer summation differ; which soil model gives the most correct results of calculation of settlements.

KEYWORDS:

strip foundation; slab foundation; compressible soil strata; soil settlement calculation; midas GTS NX software package; soil models; Linear Elastic model (LE); Mohr-Coulomb model (MC); Hardening Soil model (HS); Hardening Soil Small strain model (HSS); analytical calculation; layer-by-layer summation method.

FOR CITATION:

Berezkin A. Sravneniye osadok osnovaniy fundamentov, rasschitannyh s ispol'zovaniyem raznyh modeley grunta v programme midas GTS NX i analiticheski [Comparing the foundation base settlements calculated using various soil models in the midas GTS NX program and analytically] // GeoInfo. 2023. № 5. S. 20–34 doi:10.58339/2949-0677-2023-5-5-20-34 (in Rus.).

ВВЕДЕНИЕ ►

Программный комплекс midas GTS NX, разработанный в Южной Корее и верифицированный в России, широко используется в последние годы в гражданском, промышленном, транспортном, энергетическом, морском, гидротехническом строительстве, в добывающей промышленности. Он дает возможность решать в 2D и 3D постановках различные инженерные задачи любой сложности по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям, используя все преимущества метода конечных элементов и интеллектуальных функций программного обеспечения, ускоряя моделирование, выполняя точные расчеты геотехнических сооружений и позволяя анализировать результаты за счет полной визуализации и информативности в одном рабочем окне. Эта программа помогает сократить сроки выполнения расчетных задач, уменьшить суммарные финансовые затраты на строительство и пред-

отвратить аварийные ситуации еще на этапе расчетов благодаря созданию моделей, отражающих грунтовые условия в максимальном приближении к реальным [1].

В настоящей статье на основе материалов более ранних публикаций [2–7] будут рассмотрены результаты расчетов осадок грунтовых оснований зданий на ленточном и плитном фундаментах неглубокого заложения с использованием разных моделей грунта (линейно-упругой, Мора – Кулона, упрочняющегося грунта и упрочняющегося грунта при малых деформациях) в программном комплексе midas GTS NX и с применением аналитического метода. Также для расчетов осадок будут рассмотрены следующие вопросы:

- причины необходимости корректного определения положения нижней границы модели;
- причины различий между результатами численных расчетов с использованием названных выше моделей грунта

и аналитического расчета методом послойного суммирования;

- определение модели грунта, которая дает наиболее корректные результаты.

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ СЖИМАЕМОЙ ТОЛЩИ НА ОСАДКУ ПРИ ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ ►

Для определения влияния мощности сжимаемой толщи грунта на осадку при численных расчетах в плоской постановке был смоделирован ленточный фундамент шириной 2 м, шириной в нижней части котлована 4 м, глубиной 2 м, с нагрузкой по подошве 180 кПа. Используемые при моделировании характеристики грунта представлены на рисунке 1. Этапы численного расчета в программном комплексе midas GTS NX показаны на рисунке 2 (этап 0 – начальная стадия; этап 1 – откопка котлована; этап 2 – активация нагрузки).

Задача была решена с использованием следующих моделей грунта: Мо-

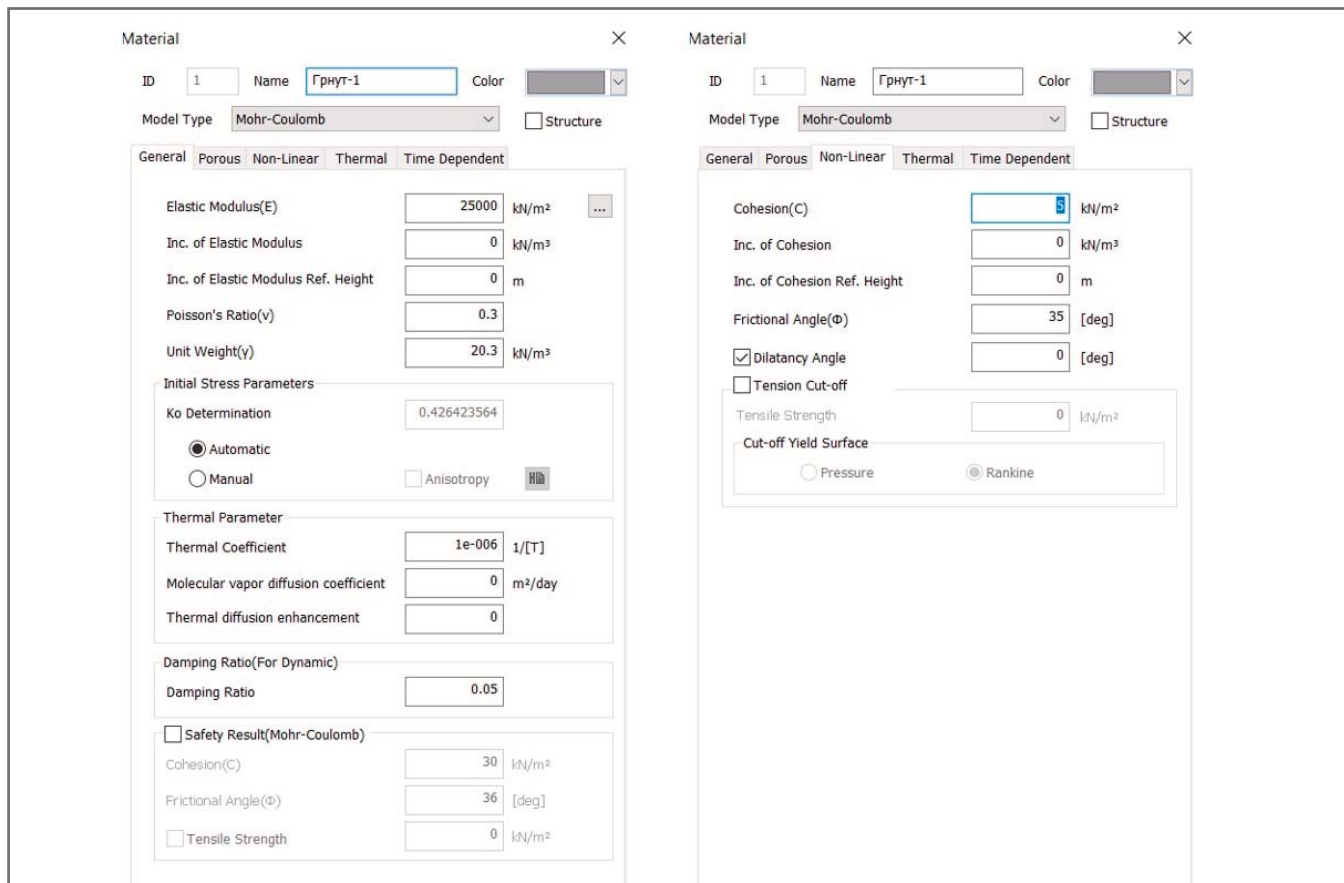


Рис. 1. Используемые при моделировании характеристики грунта

ра – Кулона (Mohr-Coulomb, MC); упрочняющегося грунта (Hardening Soil, HS); упрочняющегося грунта при малых деформациях (Hardening Soil Small strain, HSS).

Для моделей HS и HSS характеристики грунта были приняты с большими допущениями (при решении практических задач так делать нельзя). Секущий модуль деформации при 50%-ной прочности E_{50} был приравнен к компрессионному модулю деформации: $E_{50} = E_k = 25$ МПа. Одометрический модуль деформации E_{oed} был приравнен к E_{50} , то есть $E_{oed} = E_{50} = 25$ МПа. Модуль деформации при разгрузке и повторном нагружении E_{ur} был получен по зависимости $E_{ur} = 3E_{50}$. Удельное сцепление и угол внутреннего трения были приняты такими же, как в модели MC, а остальные нелинейные параметры были приняты по умолчанию. Для каждой модели грунта был произведен расчет для сжимаемой толщи мощностью 4 и 10 м. Полученные результаты показаны на рисунках 3–5. При использовании модели MC для сжимаемой толщи мощностью $H_c = 4$ м была получена максимальная осадка 16,9 мм, а для сжимаемой толщи мощностью $H_c = 10$ м – 23,4 мм (разница составила 28%). В случае модели HS для 4-метровой

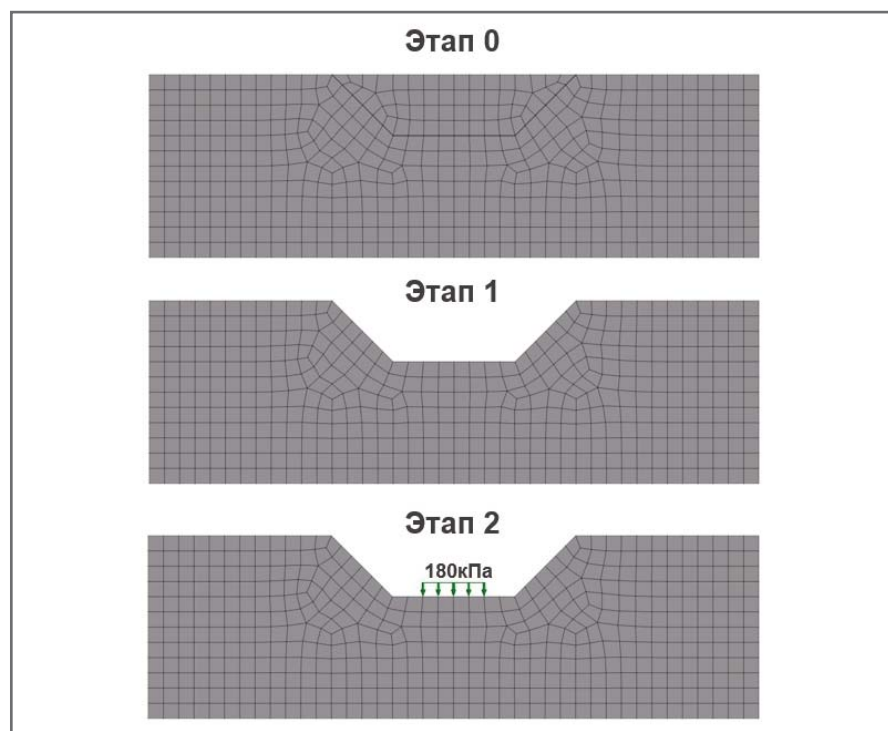


Рис. 2. Этапы численного расчета в программном комплексе midas GTS NX: этап 0 – начальная стадия; этап 1 – откопка котлована; этап 2 – активация нагрузки

сжимаемой толщи осадка составила 15,9 мм, для 10-метровой – 18,9 мм (с разницей 16%). При расчетах на основе модели HSS для 4-метровой сжимаемой толщи была получена осадка

14,1 мм, для 10-метровой – 15,8 мм (с разницей 11%).

На рисунке 6 графически показаны распределения осадок S по глубине z для разных моделей грунта. Видно, что

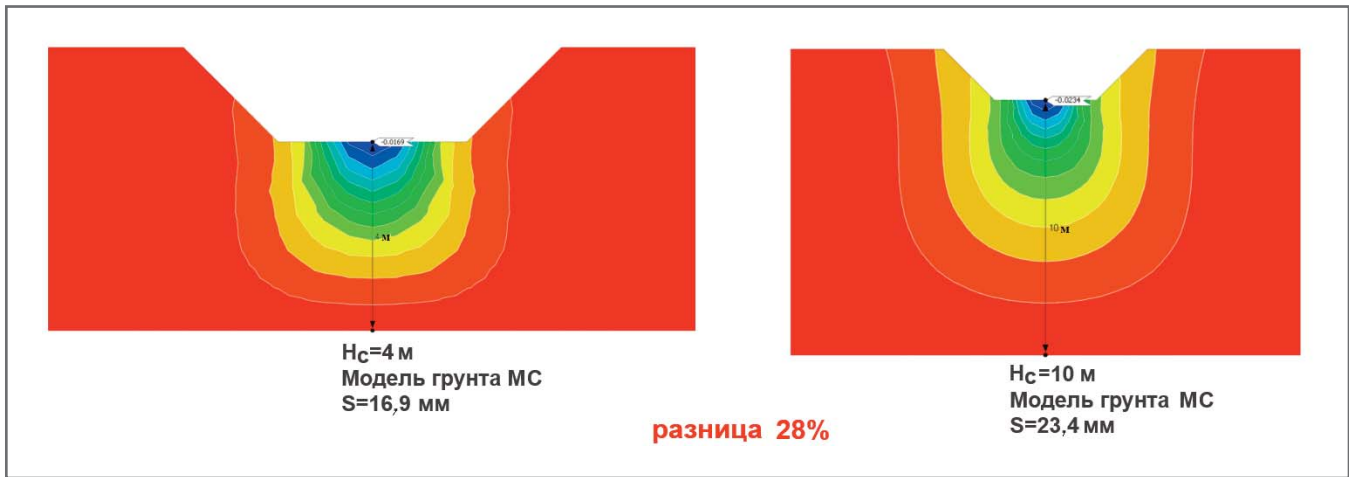


Рис. 3. Оценка влияния мощности сжимаемой толщи на полученные осадки при использовании модели MC

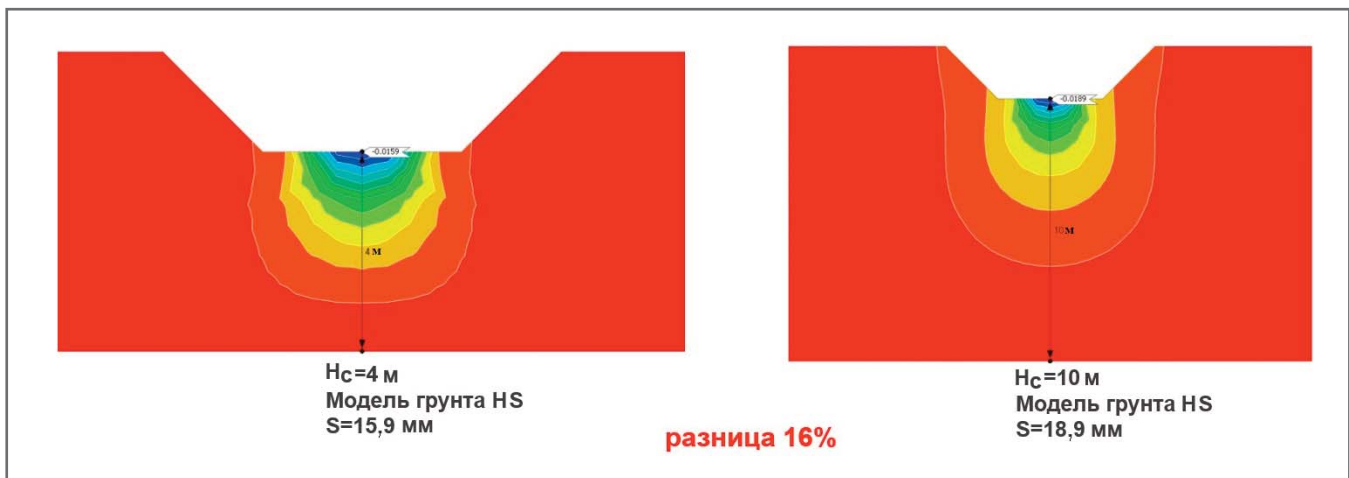


Рис. 4. Оценка влияния мощности сжимаемой толщи на полученные осадки при использовании модели HS

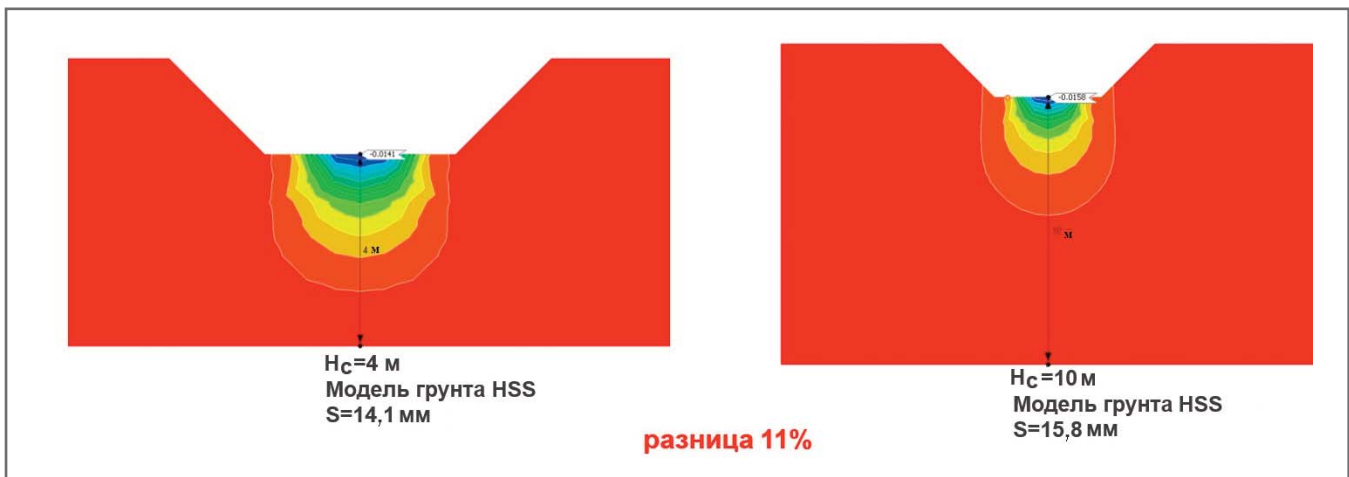


Рис. 5. Оценка влияния мощности сжимаемой толщи на полученные осадки при использовании модели HSS

для модели MC распределение достаточно близко к линейному, осадки с глубиной уменьшаются значительно медленнее, чем для моделей HS и HSS. Данные графики были получены от центральной части подошвы фундамента до нижней границы модели путем «извлечения» из 2D моделей, показанных на рисунке 7, средствами Ex-

cel с помощью инструмента Cutting Diagram.

В таблице 1 сопоставлены воздействия мощности сжимаемой толщи на осадки при использовании разных моделей грунта. Очевидно, что в случае применения модели MC необходимо корректно определить положение нижней границы модели – в противном слу-

чае итоговые осадки могут получиться сильно завышенными. Для моделей HS и HSS влияние мощности сжимаемой толщи не такое сильное.

РАСЧЕТЫ ОСАДОК. ПРИМЕР 1 ►

Были выполнены расчеты для ленточного фундамента с глубиной заложения 2 м при ширине нижней части

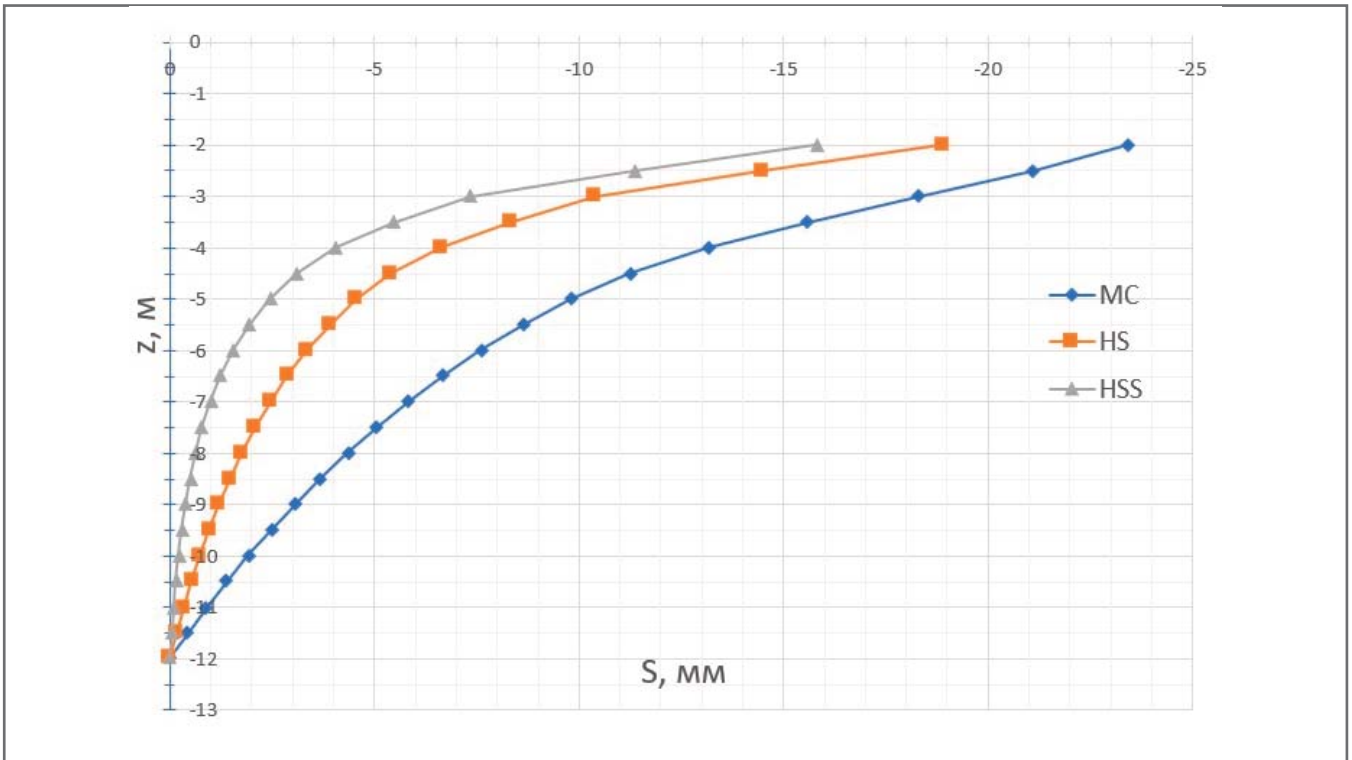


Рис. 6. Распределения осадок S по глубине z , рассчитанные в программном комплексе midas GTS NX при использовании моделей грунта MC, HS и HSS

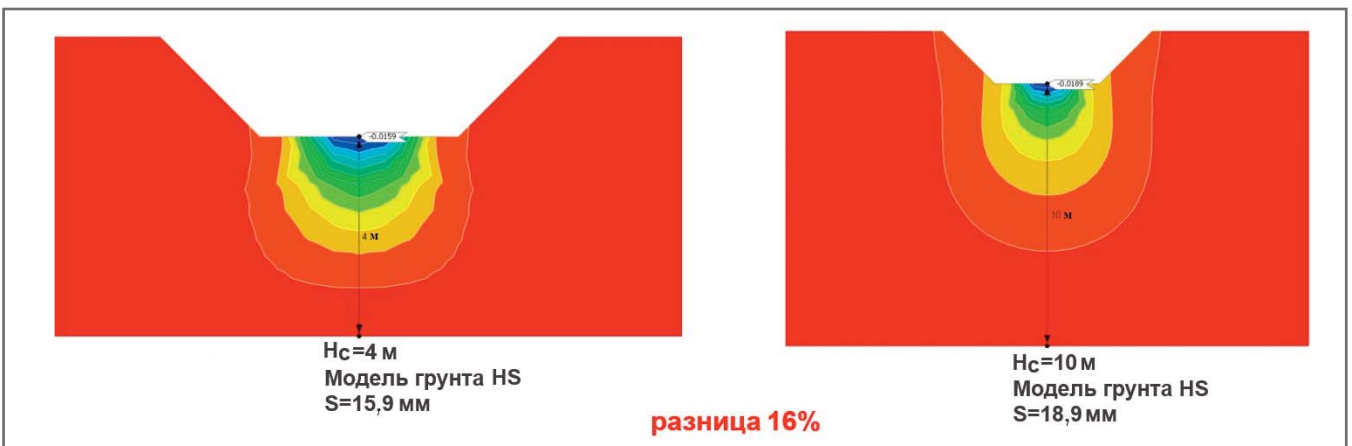


Рис. 7. Извлечение результатов для построения графика для модели HS, представленного на рисунке 6, с помощью инструмента Cutting Diagram

котлована 4 м и нагрузке по подошве фундамента 180 кПа (характеристики грунта – см. рис. 1, этапы численных расчетов – см. рис. 2). Нагрузка на подошву фундамента была задана меньше расчетного сопротивления грунта для корректного сравнения результатов численного и аналитического методов.

Аналитические расчеты ▶

Для определения положения нижней границы модели необходимо предварительно выполнить аналитический расчет осадок. В этой статье рассмотрен всем известный расчет осадок методом послойного суммирования по СП 22.13330. Другие аналитические

методы определения осадок здесь не рассматриваются.

Расчет осадок S выполнялся по следующей формуле:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} \cdot h_i}{E_{e,i}}$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8; $\sigma_{zp,i}$ – среднее значение вертикального нормального напряжения (далее – вертикальное напряжение) от внешней нагрузки в i -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта, см, принимаемая не более 0,4 от ширины фундамента; E_i – модуль деформации грунта по вет-

ви первичного нагружения; $\sigma_{zy,i}$ – среднее значение вертикального напряжения в i -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, от собственного веса грунта, вынутого при откопке котлована, кПа; $E_{e,i}$ – модуль деформации грунта по ветви вторичного нагружения; n – число слоев, на которые разбита сжимаемая толщина грунтового основания

Отметим, что второе слагаемое в этой формуле при глубине котлована меньше 5 м допустимо не учитывать, но для наиболее корректного дальнейшего сравнения результатов численного и аналитического методов эта составляющая была учтена. Во втором слагаемом используется модуль де-

Таблица 1. Сопоставление осадок для мощности сжимаемой толщи (H_c) 4 и 10 м при использовании разных моделей грунта

Модель грунта	Осадка при $H_c=4$ м, мм	Осадка при $H_c=10$ м, мм	Разница, %
MC	16,9	23,4	28
HS	15,9	18,9	16
HSS	14,1	15,8	11

Таблица 2. Определение осадки методом послойного суммирования при модуле деформации по ветви вторичного нагружения $E_c=3E=75$ МПа

№	z (m)	$\xi\phi = 2z/b\phi$	$\xi\kappa = 2z/b\kappa$	$\alpha\phi$	$\alpha\kappa$	σ_{z5} (kPa)	$0.5^* \sigma_{z5}$ (kPa)	σ_{zp} (kPa)	$\sigma_{zp, mid}$ (kPa)	σ_{zy} (kPa)	$\sigma_{zy, mid}$ (kPa)	E_{i1} (kPa)	E_{ci} (kPa)	S_i (m)
	0	0	0	1	1	40.600	20.300	180.000		40.600				
1	0.40	0.4	0.2	0.977	0.989	48.720	24.360	175.860	177.930	40.133	40.367	25000	75000	0.00230
2	0.8	0.8	0.4	0.881	0.977	56.840	28.420	158.580	167.220	39.666	39.900	25000	75000	0.00214
3	1.20	1.2	0.6	0.755	0.929	64.960	32.480	135.900	147.240	37.717	38.692	25000	75000	0.00184
4	1.6	1.6	0.8	0.642	0.881	73.080	36.540	115.560	125.730	35.769	36.743	25000	75000	0.00152
5	2.00	2	1	0.550	0.818	81.200	40.600	99.000	107.280	33.211	34.490	25000	75000	0.00125
6	2.4	2.4	1.2	0.477	0.755	89.320	44.660	85.860	92.430	30.653	31.932	25000	75000	0.00105
7	2.80	2.8	1.4	0.420	0.699	97.440	48.720	75.600	80.730	28.359	29.506	25000	75000	0.00090
8	3.2	3.2	1.6	0.374	0.642	105.560	52.780	67.320	71.460	26.065	27.212	25000	75000	0.00078
9	3.60	3.6	1.8	0.337	0.596	113.680	56.840	60.660	63.990	24.198	25.131	25000	75000	0.00069
10	4	4	2	0.306	0.550	121.800	60.900	55.080	57.870	22.330	23.264	25000	75000	0.00061
														$S=0,0131$

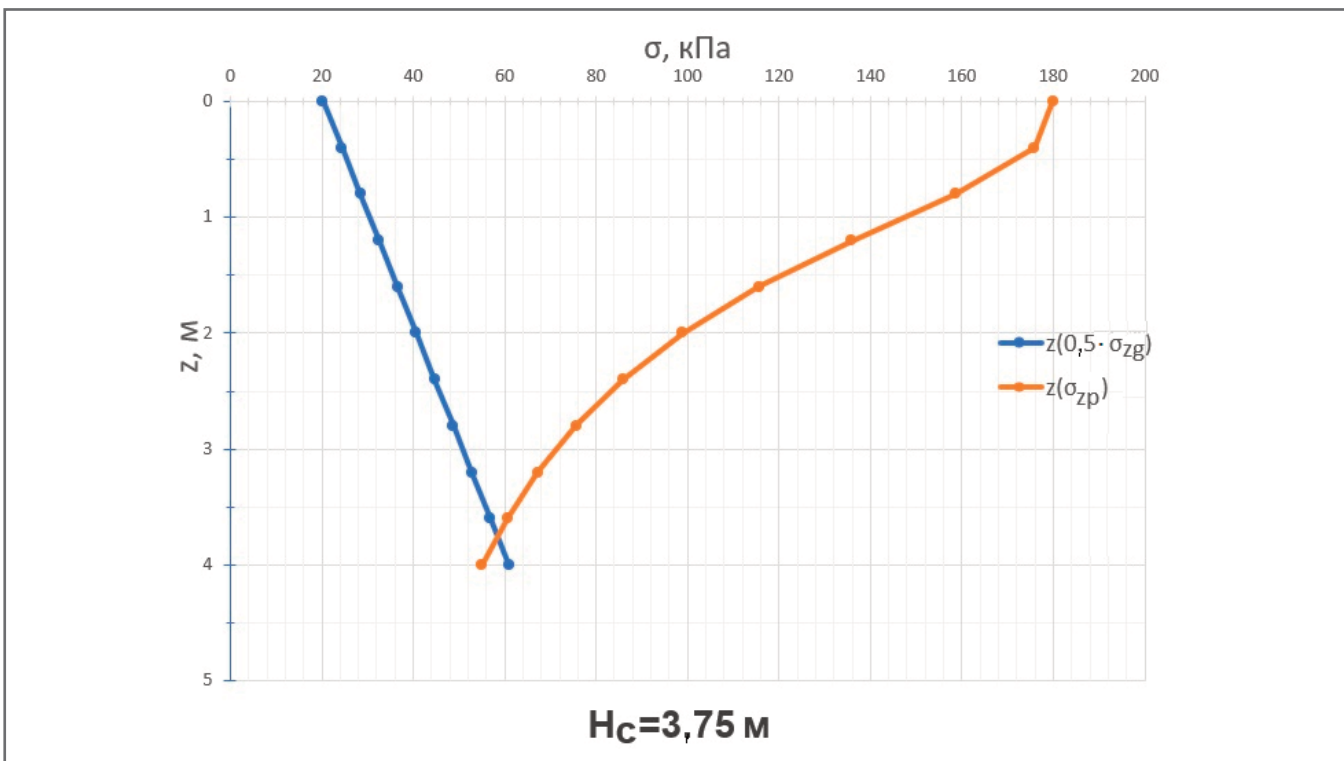


Рис. 8. Графическое определение мощности сжимаемой толщи H_c

формации по ветви вторичного нагружения E_c . Если нет лабораторных данных, то допустимо данный модуль определять по зависимости $E_c=5E$. Но поскольку для модели HS модуль деформации при разгрузке и повторном нагружении E_{ur} был принят по за-

висимости: $E_{ur}=3E_{50}$, то и модуль E_c был принят по такой же зависимости: $E_c=25$ МПа $\times 3=75$ МПа.

Так как в линейно-упругой (Linear Elastic, LE) модели и в модели MC невозможно учесть модуль деформации при разгрузке и повторном нагруже-

нии, был выполнен второй расчет послойным суммированием при $E_c=E=25$ МПа.

По итогам расчета при $E_c=75$ МПа была получена осадка 13,1 мм. Решение этой задачи представлено в таблице 2. Сжимаемая толща была

Таблица 3. Определение осадки методом послойного суммирования при модуле деформации по ветви вторичного нагружения $E_c = E = 25$ МПа

№	z (m)	$\xi_\phi = 2z / b_\phi$	$\xi_k = 2z / b_k$	α_ϕ	α_k	σ_{zE} (kPa)	$0.5 \cdot \sigma_{zE}$ (kPa)	σ_{zp} (kPa)	$\sigma_{zp, mid}$ (kPa)	σ_{zy} (kPa)	$\sigma_{zy, mid}$ (kPa)	E_{li} (kPa)	E_{ci} (kPa)	S_i (m)
	0	0	0	1	1	40.600	20.300	180.000		40.600				
1	0.40	0.4	0.2	0.977	0.989	48.720	24.360	175.860	177.930	40.133	40.367	25000	25000	0.00272
2	0.8	0.8	0.4	0.881	0.977	56.840	28.420	158.580	167.220	39.666	39.900	25000	25000	0.00255
3	1.20	1.2	0.6	0.755	0.929	64.960	32.480	135.900	147.240	37.717	38.692	25000	25000	0.00223
4	1.6	1.6	0.8	0.642	0.881	73.080	36.540	115.560	125.730	35.769	36.743	25000	25000	0.00189
5	2.00	2	1	0.550	0.818	81.200	40.600	99.000	107.280	33.211	34.490	25000	25000	0.00161
6	2.4	2.4	1.2	0.477	0.755	89.320	44.660	85.860	92.430	30.653	31.932	25000	25000	0.00138
7	2.80	2.8	1.4	0.420	0.699	97.440	48.720	75.600	80.730	28.359	29.506	25000	25000	0.00120
8	3.2	3.2	1.6	0.374	0.642	105.560	52.780	67.320	71.460	26.065	27.212	25000	25000	0.00106
9	3.60	3.6	1.8	0.337	0.596	113.680	56.840	60.660	63.990	24.198	25.131	25000	25000	0.00094
10	4	4	2	0.306	0.550	121.800	60.900	55.080	57.870	22.330	23.264	25000	25000	0.00085
														S=0,0164

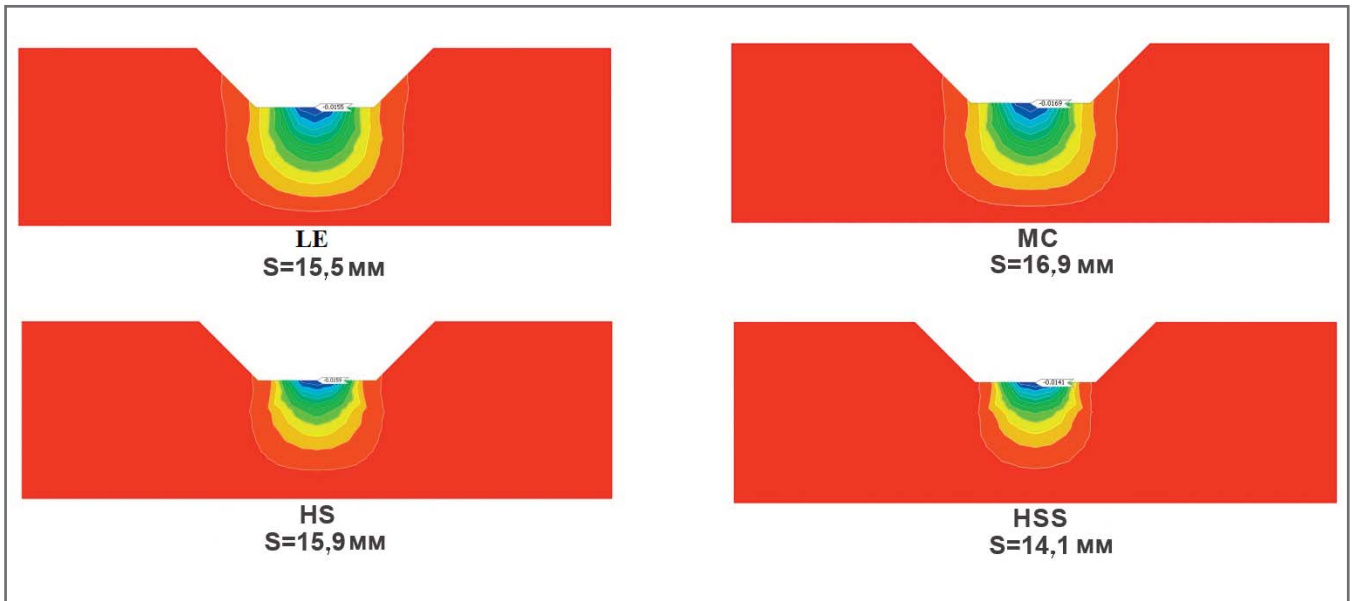


Рис. 9. Результаты численных расчетов осадок в программном комплексе midas GTS NX для разных моделей грунта

Таблица 4. Сопоставление результатов расчетов численным и аналитическим методами

Метод определения осадки	Осадка S, мм	Разница относительно аналитики с $E_e=75$ МПа, %	Разница относительно аналитики с $E_e=25$ МПа, %
1	2	3	4
Аналитический с $E_e=75$ МПа	13.1	-	20
Аналитический с $E_e=25$ МПа	16.4	20	-
Численный Elastic	15.5	15	5
Численный Mohr-Coulomb	16.9	22	3
Численный Hardening Soil	15.9	18	3
Численный Hardening Soil Small	14.1	7	14

ограничена условием, проиллюстрированным на рисунке 8. Была получена мощность сжимаемой толщи, равная 3,75 м, но при дальнейших расчетах было использовано ее

округленное до целого числа значение, то есть 4 м.

А по итогам расчета при $E_c=25$ МПа была получена осадка 16,4 мм. Решение этой задачи представлено в таблице 3.

Численные расчеты ▶

Данная задача была решена численно в программном комплексе midas GTS NX с использованием разных моделей грунта. Нижняя граница

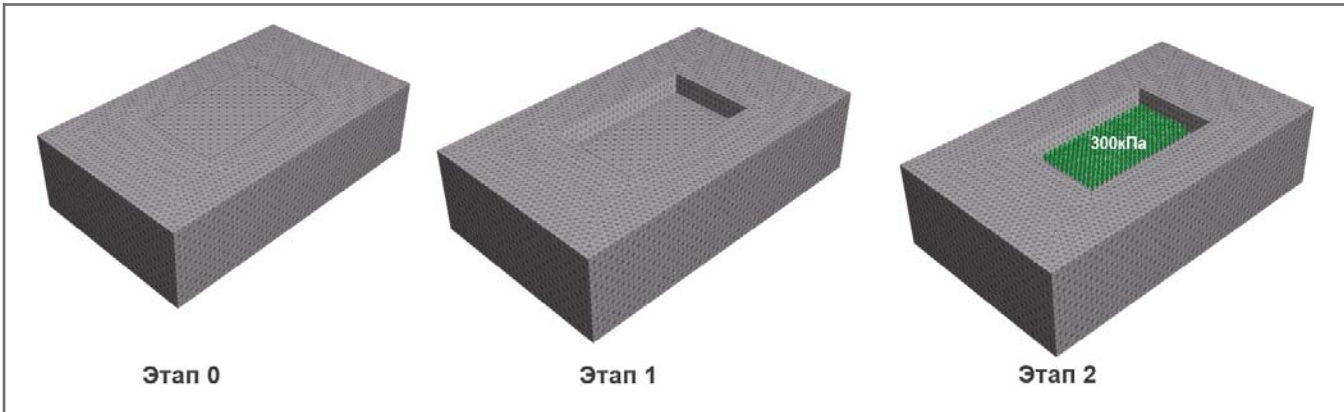


Рис. 10. Этапы численного расчета для примера 2

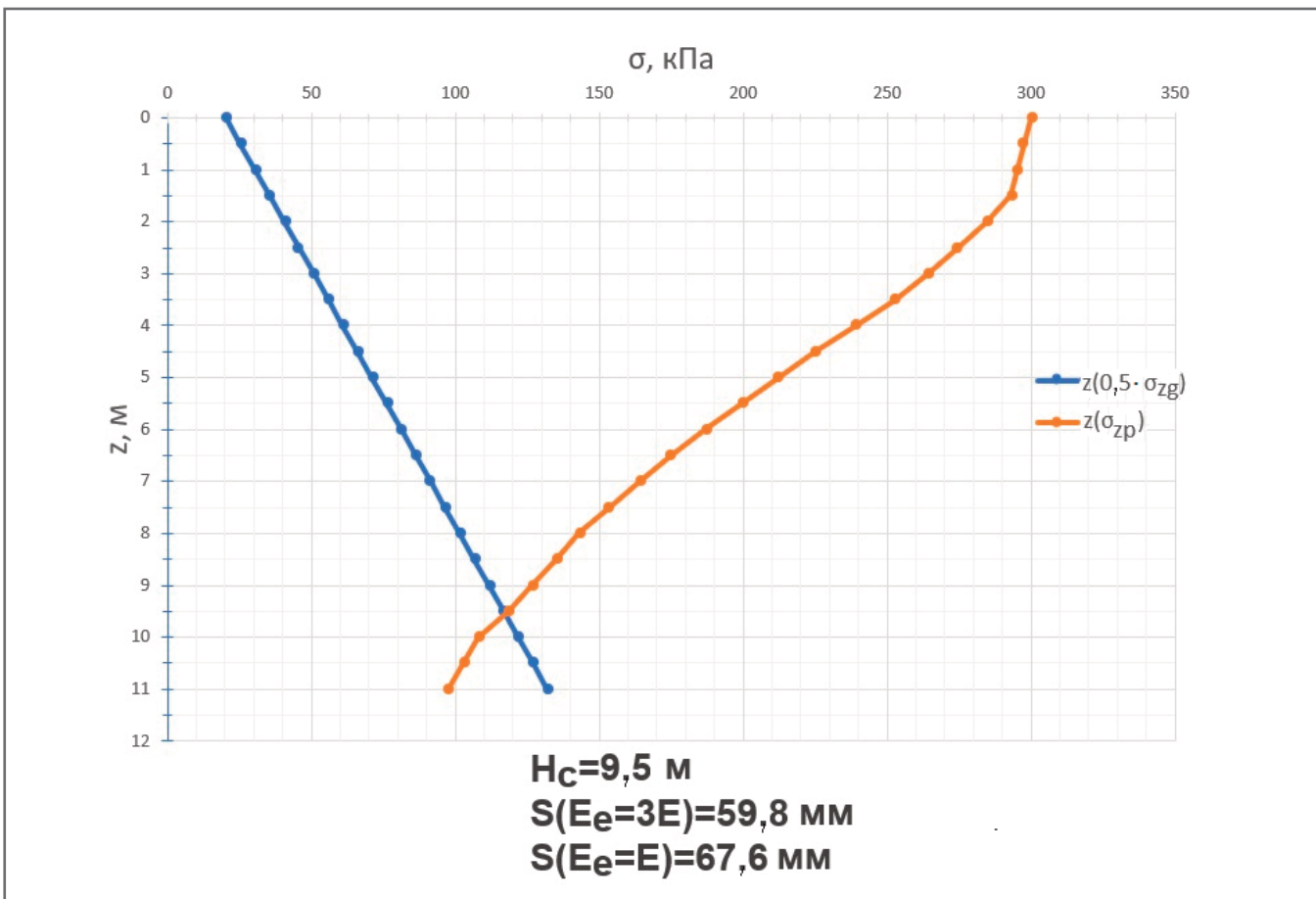


Рис. 11. Результаты аналитических расчетов осадок и мощности сжимаемой толщи

модели была определена в соответствии с предварительно рассчитанной мощностью сжимаемой толщи. Для линейно-упругой (Linear Elastic, LE) модели осадка составила 15,5 мм, для модели MC – 16,9 мм, для HS – 15,9 мм, для HSS – 14,1 мм (рис. 9).

Сравнение результатов ►

В таблице 4 сопоставлены результаты использования расчетов численным и аналитическим методами.

В третьем столбце таблицы 4 результаты сопоставлены для случая использования $E_c = 75$ МПа при аналитическом

расчете, а в столбце 4 – для случая $E_c = 25$ МПа. Оценивать относительную разницу для моделей LE и MC корректнее по столбцу 4. А для моделей HS и HSS – по столбцу 3.

Модели LE и MC дали очень хорошую сходимость с результатами аналитического расчета. Разница составила 5 и 3% соответственно. Для модели MC осадка получилась немного больше, чем для модели LE, так как при расчете с использованием модели MC возникают «пластические точки», которые и увеличивают конечную осадку.

Модели HS и HSS дали неплохую сходимость с результатами аналитического метода. Для модели HS разница составила 18%, а для HSS – 7%. Но сравнивать итоги численных расчетов на основе моделей HS и HSS с результатами аналитического расчета и численных расчетов на основе моделей LE и MC, учитывая допущения, принятые при задании характеристик более совершенных моделей грунта, неправильно. Неплохая сходимость для случаев HS и HSS с итогами применения других методов в этой задаче – это «стеченные обстоятельства».

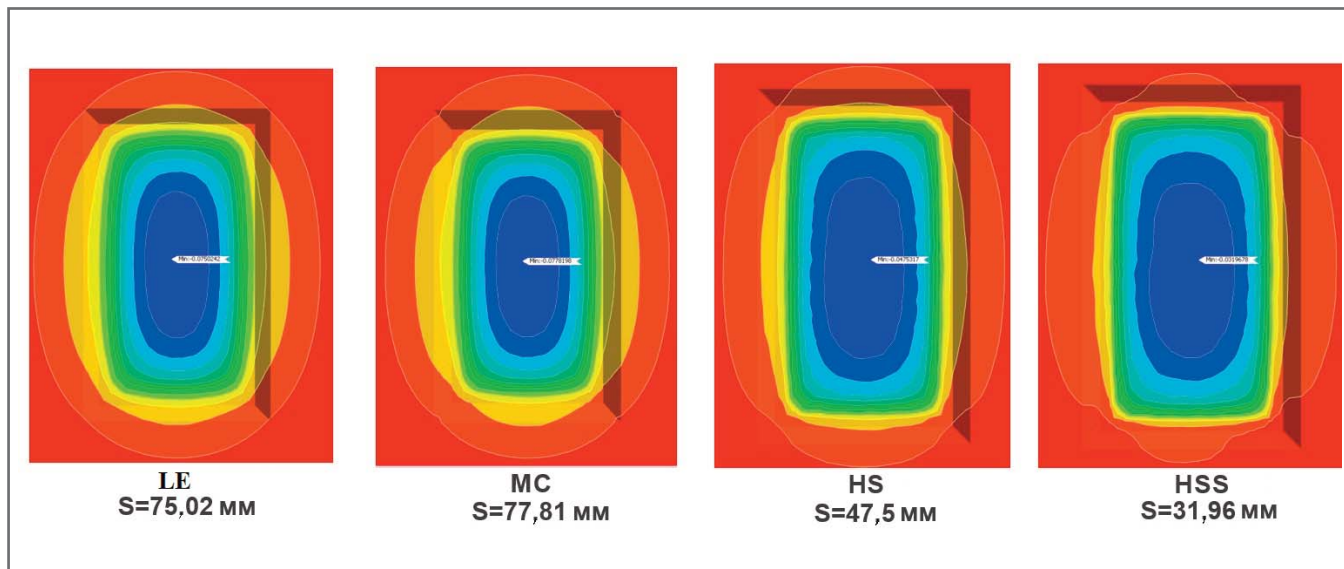


Рис. 12. Результаты расчетов осадок для разных моделей грунта

Таблица 5. Сопоставление результатов расчетов осадок разными методами

Метод определения осадки	Осадка S , мм	Разница относительно аналитики с $E_e=75\text{МПа}$, %	Разница относительно аналитики с $E_e=25\text{МПа}$, %
1	2	3	4
Аналитический с $E_e=75\text{МПа}$	59.8	-	12
Аналитический с $E_e=25\text{МПа}$	67.6	12	-
Численный Elastic	75.02	20	10
Численный Mohr-Coulomb	77.81	23	13
Численный Hardening Soil	47.5	21	30
Численный Hardening Soil Small	31.96	47	53

РАСЧЕТЫ ОСАДОК. ПРИМЕР 2

Также были выполнены расчеты для плитного фундамента с размерами плиты 16×8 м, глубиной заложения 2 м, размерами котлована в плане 18×10 м и нагрузкой по подошве фундамента 300 кПа. Характеристики грунта были приняты такими же, как и в предыдущей задаче (см. рис. 1). Нагрузка по подошве фундамента была задана меньше расчетного сопротивления грунта для корректного сравнения результатов численного и аналитического методов. Этапы численного расчета для данной задачи показаны на рисунке 10.

Аналитические расчеты

Мощность сжимаемой толщи, рассчитанная аналитическим методом, со-

ставила 9,5 м (рис. 11). Осадка при $E_e=75$ МПа составила 59,8 мм, а при $E_e=25$ МПа – 67,6 мм.

Численные расчеты

В программном комплексе midas GTS NX данная задача была рассчитана в трехмерной постановке. Были получены следующие результаты: для модели LE максимальная осадка составила 75,02 мм, для MC – 77,82 мм, для HS – 47,5 мм, для HSS – 31,96 мм (рис. 12).

Сравнение результатов

Полученные результаты сопоставлены в таблице 5. Модели LE и MC дали хорошую сходимость с результатами использования аналитического метода. А модели HS и HSS дали значительное

расхождение с итогами применения других методов.

ПРИЧИНЫ РАСХОЖДЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Главная причина расхождения результатов – особенность учета жесткости грунта в его разных моделях. Модуль деформации не является постоянным – он изменяется в зависимости от величин напряжений. На рисунке 13 сопоставлены модели поведения грунта MC и HS в виртуальном одометре с помощью программы (виртуальной лаборатории) Soil Test, встроенной в комплекс midas GTS NX. К виртуальному образцу была приложена вертикальная нагрузка 1000 кПа, а затем он был разгружен. Синий график характеризует модель MC, красный – модель HS.

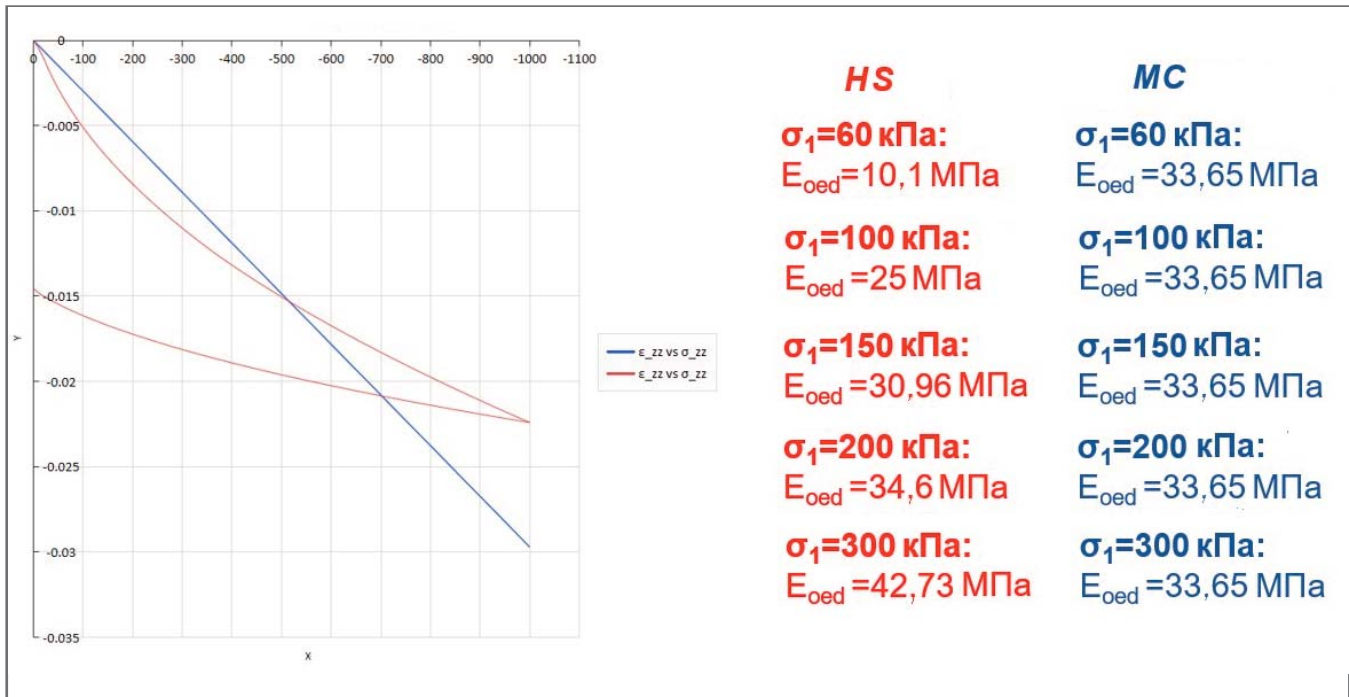


Рис. 13. Результаты испытаний в виртуальном одомере с помощью программы Soil Test, встроенной в комплекс midas GTS NX

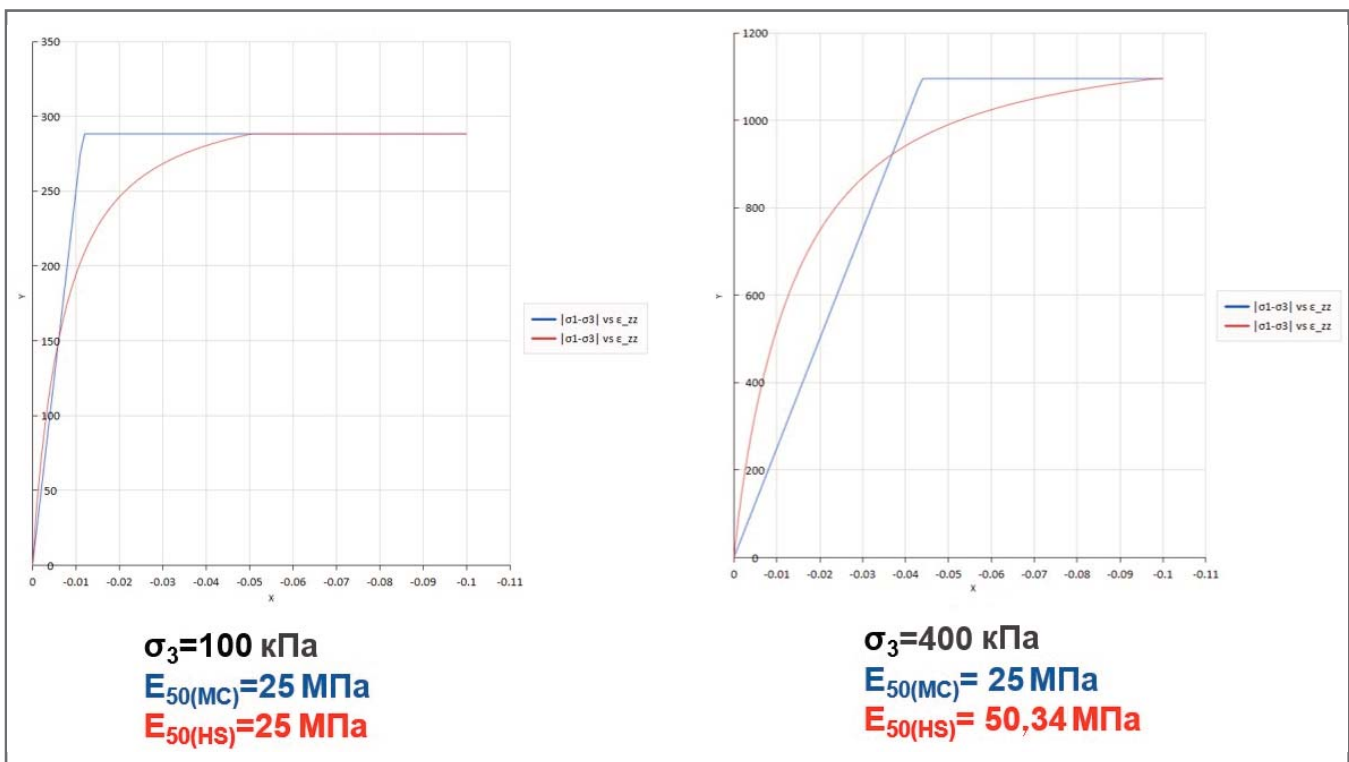


Рис. 14. Результаты испытаний в виртуальном приборе трехосного сжатия с помощью программы Soil Test, встроенной в комплекс midas GTS NX

По графику для MC видно, что модуль деформации не меняется с ростом напряжений. Для разных величин вертикального напряжения был найден касательный одомерический модуль деформации – он составил 33,65 МПа при разных уровнях напряжений. Также в модели MC не учитывается модуль деформации при разгрузке и повторном нагружении,

что видно по синему графику на рисунке 13.

Для модели HS одомерический касательный модуль деформации меняется. С ростом напряжений грунт в виртуальном одомере уплотняется и модуль деформации, соответственно, увеличивается. Также при разгрузке учитывается отдельный модуль деформации.

В одомере у грунта нет возможности бокового расширения, но в некоторых задачах очень большое значение имеет и корректный учет другой траектории нагружения – например, оценка влияния выемки грунта при откопке котлована.

Во встроенной программе Soil Test были проведены трехосные виртуальные испытания грунта для моделей MC и HS при разных значениях бокового напряжения.

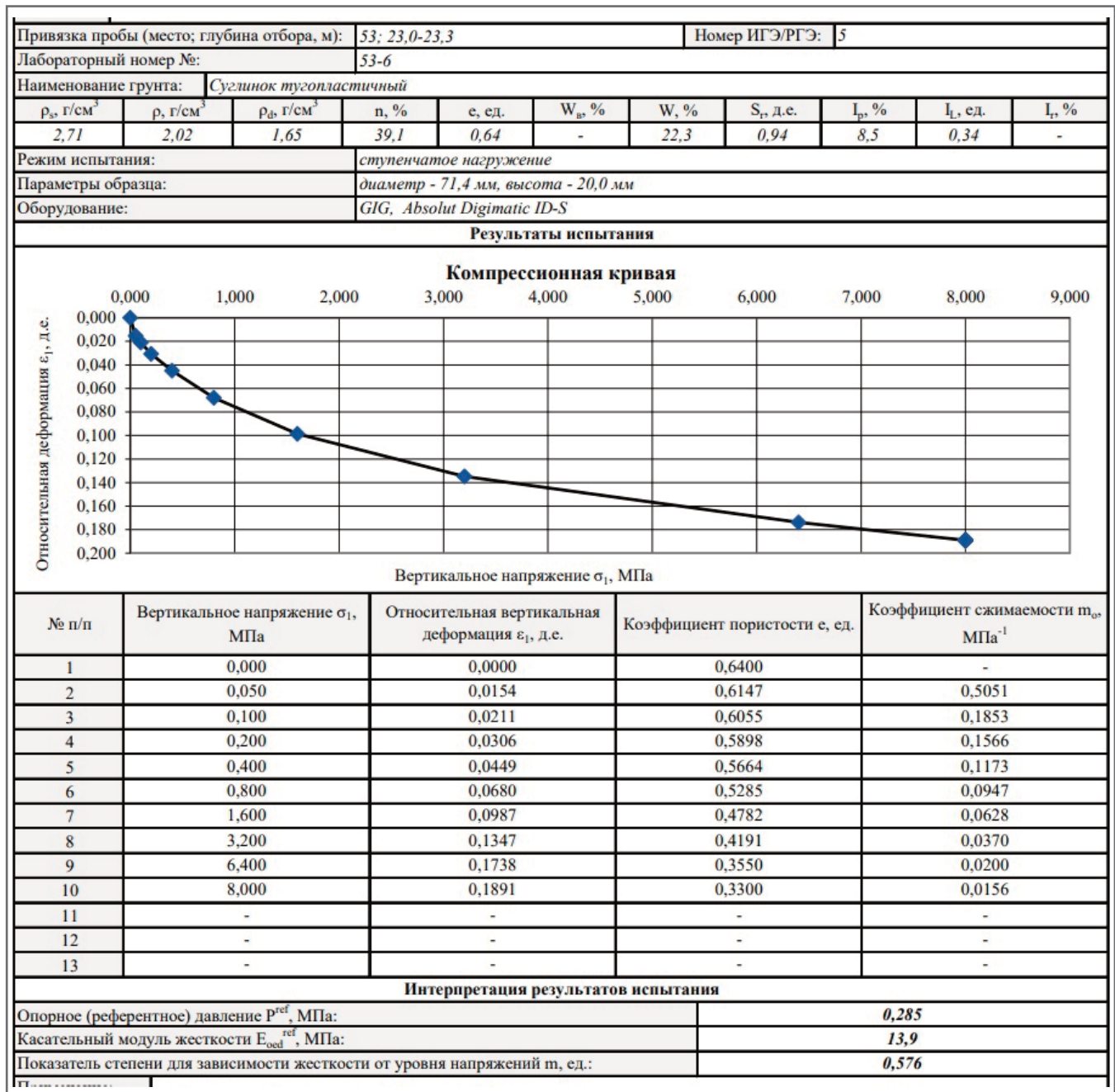


Рис. 15. Пример данных по испытаниям грунта методом компрессионного сжатия с определением E_{oed} и m , выполненным в геотехнической лаборатории АО «Мостдоргеотрест»

При боковом напряжении 100 кПа был рассчитан тангенс угла секущей, который соответствует 50%-ной прочности образца при заданном боковом напряжении 100 кПа. Таким образом было получено значение модуля деформации $E_{50} = 25$ МПа для модели MC и для модели HS в качестве вводной характеристики (рис. 14). Для бокового напряжения 400 кПа для HS был получен модуль $E_{50} = 50,34$ МПа, а для MC он не изменился и опять составил 25 МПа (см. рис. 14). То есть, как видно из рисунка 14, E_{50} для HS при разных боковых напряжениях будет иметь разные величины, а для MC он будет одинаковым. Также видно, что при росте вертикального напряжения (девиатора) при неизменном

боковом напряжении значение тангенса угла касательной к графику, характеризующему модель HS, уменьшается (жесткость уменьшается с ростом девиатора), а для модели MC – это постоянная величина вплоть до разрушения образца.

Почему в примере 1 результаты расчетов для моделей HS и HSS лучше сходятся с итогами применения других методов, чем в примере 2? ▶

В примере 1 (расчет ленточного фундамента) нагрузка, приложенная по подошве, составила 180 кПа, а одометрический модуль деформации при таком напряжении равен примерно 33 МПа,

что очень близко к значению одометрического модуля на основе модели MC. В примере 2 (расчет плитного фундамента) нагрузка по подошве составила 300 кПа и для модели HS одометрический модуль получился примерно 43 МПа. Это некорректное сравнение, так как напряжения меняются по глубине, но такой анализ позволяет увидеть причину расхождения результатов.

Почему для моделей HS и HSS осадка с глубиной уменьшается быстрее, чем для модели MC? ▶

Если вернуться к рисунку 6 с оценкой влияния мощности сжимаемой толщи на полученную осадку, то теперь очевидно,

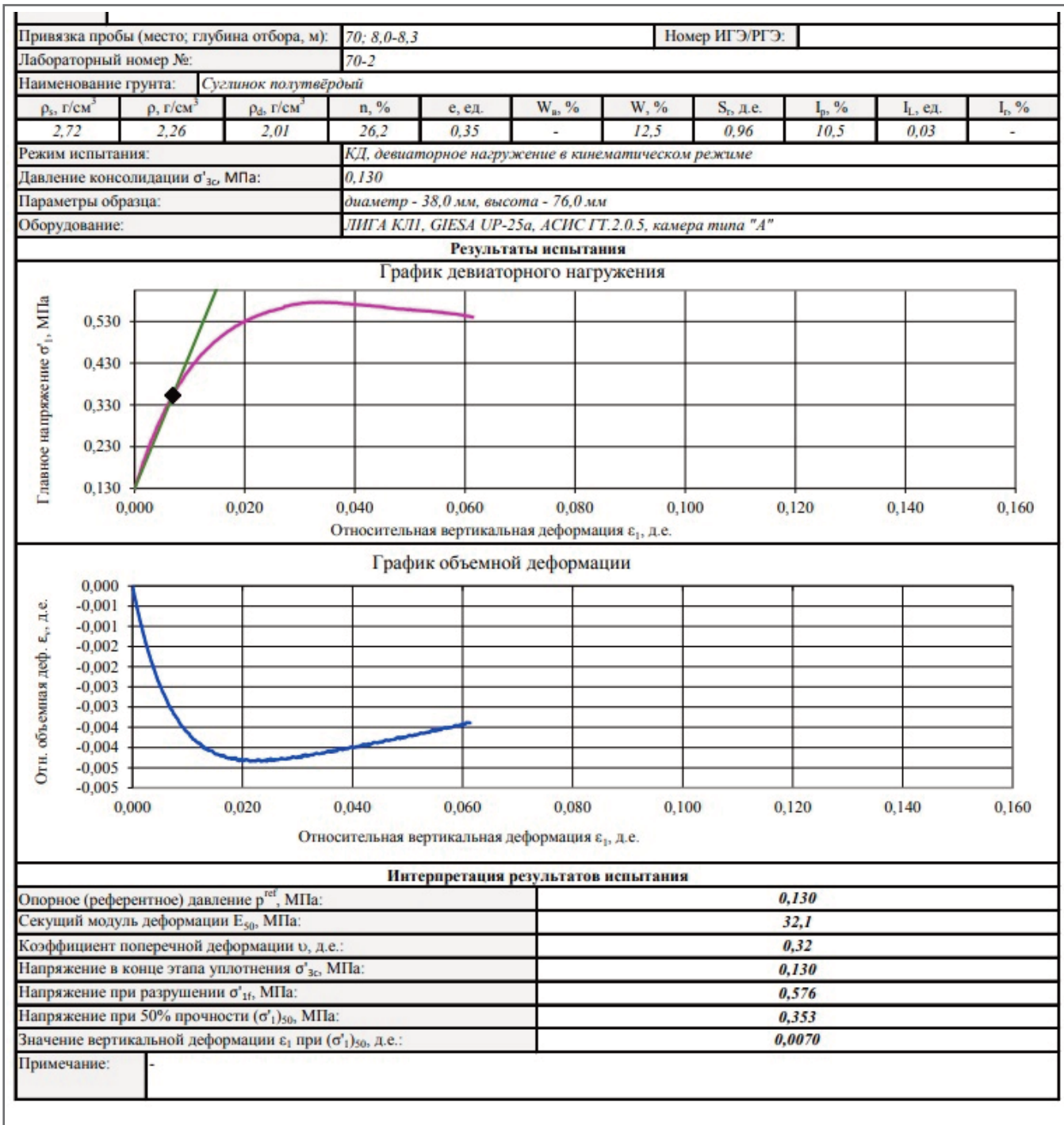


Рис. 16. Пример данных по испытаниям грунта методом трехосного сжатия с определением E_{50} , выполненным в геотехнической лаборатории АО «Мостдоргеотрест»

почему осадка уменьшается с глубиной быстрее для моделей HS и HSS. Это происходит из-за увеличения жесткости грунта с глубиной. При использовании HSS еще учитываются повышенные жесткостные характеристики грунта при малых деформациях. Поэтому в двух задачах численный расчет с использованием модели HSS показал наименьшие значения осадок.

Какую модель грунта лучше использовать? ►

Модель MC допустимо использовать, если состояние грунта в модели

близко к таковому в условиях компрессионного сжатия. Но при компрессионном сжатии в модели MC модуль деформации – это постоянная величина. Поэтому для расчета осадок рекомендуется применять более совершенные модели материалов – модель слабого грунта (Soft Soil, SS), HS, HSS. А для оценки влияния выемки грунта при откопке котлована следует использовать модели HS и HSS. Применение HSS дает лучшую сходимость с данными мониторинга и очень точно определяет зону влияния нового

строительства по сравнению с другими методами.

По этим причинам предпочтительнее всего использовать модель HSS. Но следует отметить, что она требует больше исходных данных и, соответственно, больше затрат на изыскания.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ HS И HSS ►

Недопустимо принимать исходные данные для использования моделей HS и HSS по таблице физико-механиче-

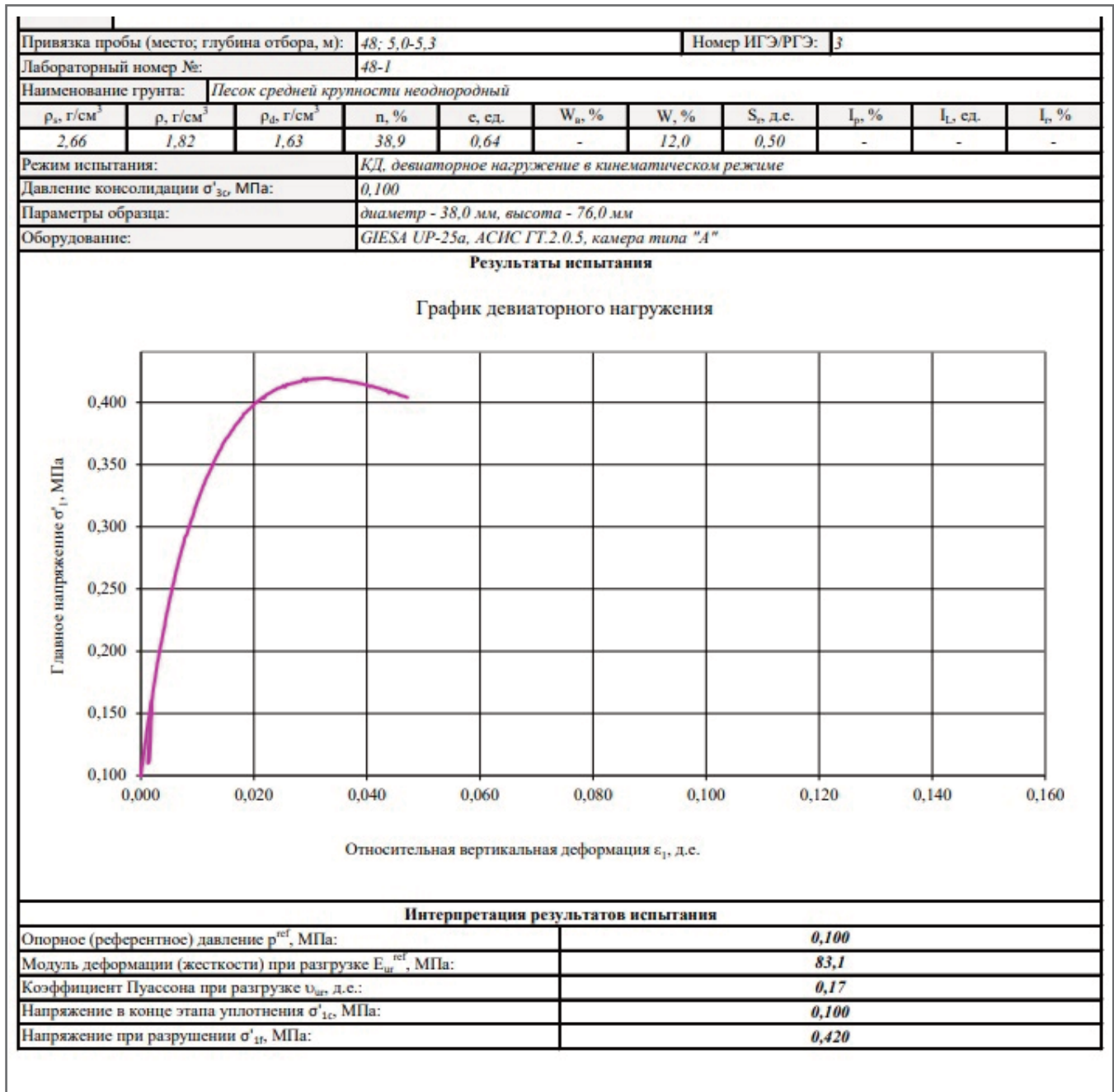


Рис. 17. Пример данных по испытаниям грунта методом трехосного сжатия с определением модуля деформации E_{ur} и коэффициента Пуассона ν_{ur} при разгрузке, выполненным в геотехнической лаборатории АО «Мостдоргеотрест»

ских свойств грунтов, а остальные нелинейные характеристики – по умолчанию, поскольку в реальности $E_{50} \neq E_{oed}$; $E_{ur} \neq 3E_{50}$; опорное (референтное) давление $p_{ref} \neq 100$ кПа; показатель степени для зависимости жесткости от уровня напряжений (power of level dependency) $m \neq 0,5$. Все эти параметры необходимо получать с помощью лабораторных компрессионных (рис. 15) и трехосных (рис. 16, 17) испытаний. Причем характеристики грунта нужно калибровать в программе (виртуальной лаборатории) Soil Test, встроенной в комплекс midas GTS NX, и добиваться совпадения графиков, полученных при реальных и виртуальных испытаниях

в нужных диапазонах напряжений. Параметры для малых деформаций (Small Strain) при использовании модели HSS необходимо дополнительно определять с помощью резонансной колонки (рис. 18).

ВЫВОДЫ ►

- При расчетах осадок с использованием модели MC необходимо предварительно рассчитать мощность сжимаемой толщи по СП 22.13330 и определить в соответствии с ней положение нижней границы модели.
- Недопустимо выполнять расчеты методом послойного суммирования по СП 22.13330, если давление по по-

доше фундамента превышает расчетное сопротивление. В таких случаях рассчитывать осадки можно, например, численными методами.

- Численные расчеты с использованием моделей грунта LE и MC дают результаты, наиболее близкие к итогам аналитических расчетов.
- Модуль деформации – это переменная величина, которая зависит от величин напряжений.
- Для наиболее корректных расчетов осадок рекомендуется использовать численные методы и более совершенные модели грунта – SS, HS, HSS.
- Модель HSS учитывает больше факторов и дает наиболее точные результаты.

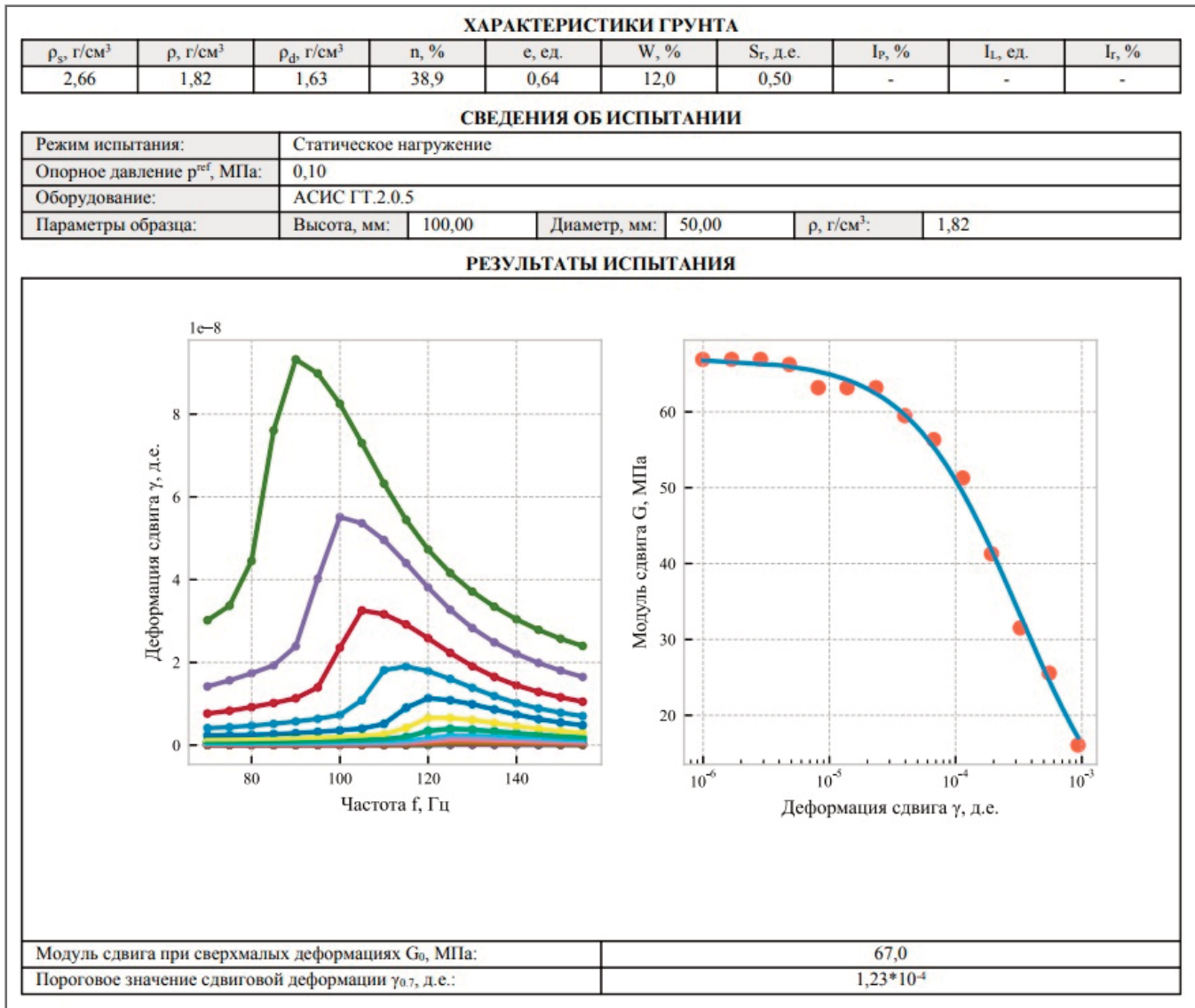


Рис. 18. Пример данных по испытаниям грунта методом малоамплитудных динамических колебаний в резонансной колонке с определением параметров в диапазоне малых деформаций, выполненным в геотехнической лаборатории АО «Мостдоргеотрест»

- Приравнивать характеристики для модели MC к таковым для модели HS недопустимо. Получать параметры для HS нужно с помощью реальных одометрических и трехосных лабораторных испытаний, а также калибровать их результаты в программе (виртуальной лаборатории) Soil Test, встроенной в комплекс midas GTS NX.

Список литературы

1. midas GTS NX // midasoft.ru. URL: midasoft.ru/products/midas-gts-nx/#review. Дата последнего обращения: 20.04.2023.
2. Расчет осадки: сравнение результатов с использованием LE, MC, HS, HSS и аналитического метода // midasoft.ru. URL: midasoft.ru/blog/raschet-osadki-cravnenie-rezultatov/?ysclid=lm6kuz2fv8287001260. Дата последнего обращения: 20.04.2023.
3. Полищук А.И., Межаков А.С., Болгов И.В. Расчет осадок ленточного фундамента гражданского многоэтажного здания в программном комплексе midas GTS NX. Кубанский государственный аграрный университет, 2019. 49 с.
4. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И. Механика грунтов. М.: АСВ, 2014. 256 с.
5. Полищук А.И. Анализ грунтовых условий строительства при проектировании фундаментов зданий. М.: АСВ, 2016. 104 с.
6. Парамонов В.Н. Метод конечных элементов при решении нелинейных задач геотехники. СПб.: Георекострукция, 2012. 262 с.
7. Бате Н., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. М.: Стройиздат, 2002. 448 с.

References

1. midas GTS NX // midasoft.ru. URL: midasoft.ru/products/midas-gts-nx/#review. Data poslednego obrashcheniya: 20.04.2023 (in Rus.).

2. Raschet osadki: sravneniye rezul'tatov s ispol'zovaniyem LE, MC, HS, HSS i analiticheskogo metoda [Calculating settlements: comparison of results using LE, MC, HS, HSS and analytical method] // midasoft.ru. URL: midasoft.ru/blog/raschet-osadki-cravnenie-rezultatov/?ysclid=lm6kuz2fv8287001260. Data poslednego obrashcheniya: 20.04.2023 (in Rus.).
3. Polishchuk A.I., Mezhakov A.S., Bolgov I.V. Raschet osadok lentochного fundamenta grazhdanskogo mnogoetazhnogo zdaniya v programmnom komplekse midas GTS NX [Calculating settlements of a strip foundation of a civil multi-storey building in the midas GTS NX software package]. Kubanskiy gosudarstvennyi agrarniy universitet, 2019. 49 s. (in Rus.).
4. Mangushev R.A., Karlov V.D., Saharov I.I. Mehanika gruntov [Soil mechanics]. M.: ASV, 2014. 256 s. (in Rus.).
5. Polishchuk A.I. Analiz gruntovykh usloviy stroitel'stva pri proyektirovanii fundamentov zdaniy [Analyzing the ground conditions of construction for the design of building foundations]. M.: ASV, 2016. 104 s. (in Rus.).
6. Paramonov V.N. Metod konechnykh elementov pri reshenii nelineynykh zadach geotekhniki [The finite element method for solving non-linear geotechnical problems]. SPb.: Georekonstruktsiya, 2012. 262 s. (in Rus.).
7. Bate N., Vilson E. Chislennyye metody analiza i metod konechnykh elementov [Numerical methods of analysis and the finite element method]. M.: Stroyizdat, 2002. 448 s. (in Rus.).

Независимый электронный журнал ГеоИнфо

**С 2022 года журнал «ГеоИнфо»
выходит в формате *PDF.
10 выпусков в год.**

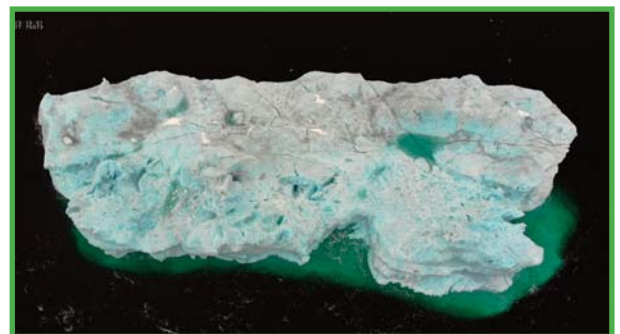


WWW.GEOINFO.RU



Институт
экологического
проектирования
и изысканий

- Информационное сопровождение управления ледовой обстановкой (ИСУЛО)
- Оперативный спутниковый экологический мониторинг
- Производственный экологический мониторинг
- Программы сохранения биоразнообразия



119234, г. Москва,
Ленинские горы, д. 1, стр. 75Г
Телефон: +7 (495) 930-8751
E-mail: info@iepi.ru

WEB: WWW.IEPI.RU



Mountain
Risk
Consultancy

ЗАЩИТА ОТ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПОСЛЕДСТВИЙ КАТАСТРОФ



- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ
- КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ
- ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
- РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И МОНИТОРИНГ



Skype: Mountain Risk Consultancy
E-Mail: office@mountain-risk.ru
<https://www.mountain-risk.ru>





TRUMER
Schutzbauten

www.trumer.cc

Россия:
ООО «РТ Трумер»
119002, г. Москва, переулок Сивцев Вражек,
дом 29/16

Тел.: +7 915 022 75 17
E-Mail: info@trumer.ru

ЗАЩИТА ОТ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

TRUMER Schutzbauten — ваш компетентный и опытный партнер в области обеспечения эффективной защиты от природных опасностей:

- ▶ камнепадов,
- ▶ оползней,
- ▶ селей,
- ▶ обвалов,
- ▶ лавин,
- ▶ береговой эрозии.



Следуя девизу

**«БЕЗОПАСНОСТЬ, ОБЕСПЕЧЕННАЯ ПРОФЕССИОНАЛАМИ, —
БЕЗОПАСНОСТЬ БЕЗ КОМПРОМИССОВ»,**

компания ТРУМЕР разрабатывает и реализует надежные,
эффективные и экономичные решения.



Источник фото: pixabay.com
Photo source: pixabay.com

О ВАЖНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕДЕНИЯ АРМОГРУНТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

ВАСИН М.В.
Обозреватель

АННОТАЦИЯ

Предлагаем вниманию читателей обзор материалов статьи «Важность результатов геотехнического мониторинга для оценки поведения армогрунтового сооружения: случай из практики» [1], опубликованной в свое время в журнале *Journal of Applied Engineering Sciences* на английском языке. Авторы указанной статьи – Мариан Друска и Йозеф Влчек, работающие на кафедре геотехники факультета гражданского строительства Университета Жилины (г. Жилина, Словакия).

В указанной статье [1] продемонстрирована важная роль геотехнического мониторинга поведения армогрунтовых сооружений при строительстве и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры в сложных геологических условиях. Такие сооружения, к сожалению, часто проектируются и возводятся на основе недостаточно качественно выполненных инженерно-геотехнических изысканий или просто неверно проектируются в отношении конкретных условий строительной площадки. Это может привести к большим деформациям сооружения, потере его устойчивости, сокращению срока службы, а восстановительные работы при этом бывают сложными и дорогими.

При модернизации железнодорожной линии Братислава – Тренчин (Словакия) часть насыпи была укреплена подпорной стенкой из насыпного грунта, армированного геосинтетическими материалами. Данные измерений при геотехническом мониторинге этого армогрунтового сооружения были сопоставлены в статье [1] с результатами конечноэлементного моделирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

армогрунтовое сооружение; армогрунтовая подпорная стенка; деформации; метод конечных элементов; геотехнический мониторинг.

ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

О важности результатов геотехнического мониторинга для оценки поведения армогрунтового сооружения // *ГеоИнфо*. 2023. № 4. С. 38–44
DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-5-38-44

ON THE IMPORTANCE OF GEOTECHNICAL MONITORING RESULTS TO ASSESS THE BEHAVIOR OF A REINFORCED SOIL STRUCTURE

VASIN MIHAIL V.
Reviewer

ABSTRACT

We bring to the attention of the readers a review of the materials of the article "Importance of results obtained from geotechnical monitoring for evaluation of reinforced soil structure – case study" [1], published once before in the Journal of Applied Engineering Sciences in English. The authors of that article are Marian Drusa and Josef Vlcek, who work at the Department of Geotechnics, Faculty of Civil Engineering, University of Zilina (Zilina, Slovakia).

The mentioned article [1] demonstrates the important role of geotechnical monitoring of the behavior of reinforced soil structures during the construction and operation of transport infrastructure facilities in difficult geological conditions. Unfortunately, such sort of structures are often designed and built on the basis of poorly performed geotechnical surveys, or they are simply incorrectly designed in relation to the specific conditions of the construction site. This can lead to large deformations of the structure, loss of its stability, its reduced service life. At that, restoration work can be difficult and expensive.

During the modernization of the Bratislava-Trencin railway line (Slovakia), part of the embankment was reinforced with a retaining wall made of filled-up soil reinforced with geosynthetics. The geotechnical monitoring data were compared in the article [1] with the results of finite element modeling of this reinforced soil structure.

KEYWORDS:

reinforced soil structure; reinforced soil retaining wall; deformations; FEM; geotechnical monitoring.

FOR CITATION:

O vazhnosti rezul'tatov geotekhnicheskogo monitoringa dlya otsenki povedeniya armogruntovogo sooruzheniya [On the importance of geotechnical monitoring results to assess the behavior of a reinforced soil structure] // Geoinfo. 2023. 5: 38–44 DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-5-38-44 (in Rus.).

Введение

Мариан Друса и Йозеф Влчек в начале своей статьи [1] указывают, что авторами работ [2, 3] был выполнен мониторинг состояния и поведения армогрунтовой подпорной стенки, построенной в неблагоприятных инженерно-геологических условиях для укрепления насыпи при модернизации железнодорожной линии. Полученные результаты непосредственных измерений были сопоставлены в работе [1] с результатами конечноэлементного моделирования.

Указанную армогрунтовую подпорную стенку запроектировали с усилением насыпного грунта геосинтетическими материалами и с устройством ее лицевой стороны из сборных бетонных

элементов. Ввиду неблагоприятных инженерно-геологических условий данное армогрунтовое сооружение опиралось на геоплиту со сборными вертикальными геодренами в подстилающем грунте для ускорения консолидации насыпного грунта.

Геотехнический мониторинг

Целью указанного геотехнического мониторинга была проверка проектных решений о поведении рассматриваемого армогрунтового сооружения, особенно рисков, связанных с его строительством на грунтах с низкой несущей способностью. Измерения горизонтальных смещений грунта основания проводились с помощью вертикального инкли-

нометра, а его вертикальных смещений – с помощью тензометра (по методикам из работ [4, 5], на которые ссылаются авторы статьи [1]). Для измерения смещений армогрунтового сооружения использовались геодезические методы в соответствии с национальным и европейским стандартами измерения деформаций поверхности.

Друса и Влчек [1] подчеркивают, что деформации армогрунтовых подпорных стенок с жесткой лицевой поверхностью должны соответствовать следующим допускам:

- смещения – в пределах ± 5 мм на 1 м высоты сооружения;
- локальное выгибание или прогибание вертикальной или горизонтальной

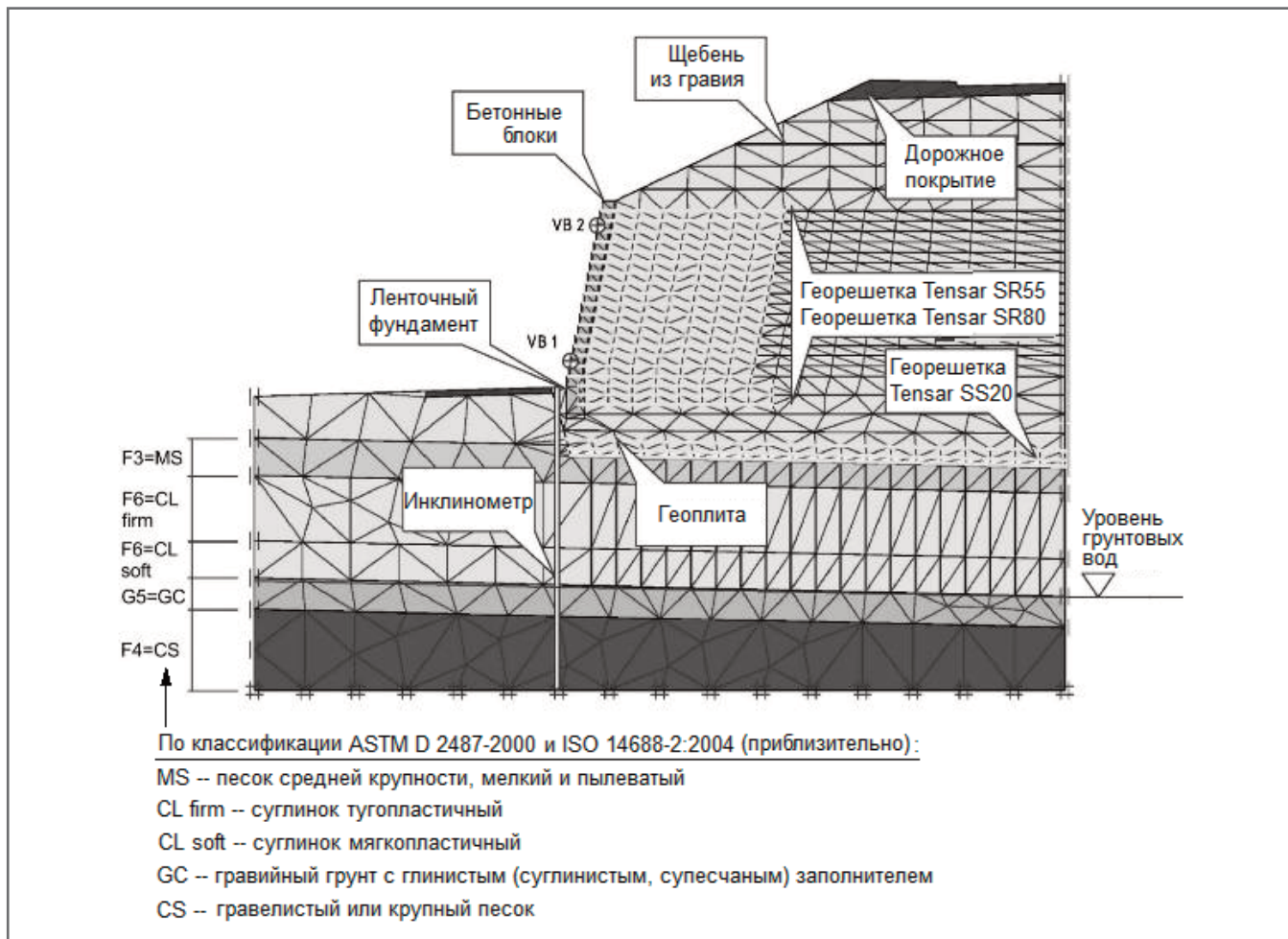


Рис. 1. Модель для 2D конечноэлементного моделирования одного из разрезов армогрунтового сооружения с указанием мест расположения инклинометра и геодезических марок (VB1, VB2) (по [1])

поверхности – в пределах 20 мм на 4,5 м высоты сооружения;

- горизонтальное смещение верха стенки – в пределах ± 15 мм от контрольной линии;
- неравномерность осадок в продольном направлении – не более 0,5%.

Авторы статьи [1] отмечают, что еще одним важным параметром, который необходимо контролировать при проектировании и строительстве, согласно европейским стандартам является содержание мелких частиц насыпного грунта размером менее 0,08 мм: их должно быть не более 5% для водонепроницаемого материала и не более 35% для крупнозернистого материала. Содержание частиц размером менее 0,02 мм не должно превышать 10%. Но критерии по гранулометрическому составу насыпного грунта часто не соблюдаются, что при неподходящей дренирующей способности щебня в водонепроницаемой зоне на контактах сегментов стен приводит к появлению влаги на поверхностных блоках. Рекомендуемая длина таких контактных зон – от 0,6 до 1 м. Другим предельным условием

является максимально возможное содержание мелких фракций грунта для хорошего взаимодействия георешеток с насыпным материалом.

Для измерения местоположений точек армогрунтового сооружения при мониторинге, как указывают Друса и Влчек [1] на основе работ [2, 3], использовался метод триангуляции, а контроль высоты выполнялся с помощью очень точных методов нивелирования. Для определения поведения сооружения использовалось шесть профилей измерений. Каждый профиль был снабжен пятью геодезическими марками для измерения смещений точек на поверхности стенки. Каждый из двух профилей, проходящих через самую высокую часть армогрунтового сооружения, был оборудован инклинометрической скважиной у его подножия, предназначенной для инклинометрических измерений как горизонтальных, так и вертикальных смещений (по методикам из работы [5–10], на которые ссылаются авторы статьи [1]).

Измерительные приборы были встроены после окончания устройства верхнего уровня армогрунтового соору-

жения. Это не позволило контролировать его поведение в процессе строительства, но было полезно для контроля на этапе эксплуатации. Измерения на профилях проводились с месячными интервалами. Всего было выполнено двенадцать измерений, включая основное.

Учитывая то, что мониторинг осуществлялся только после завершения строительства армогрунтового сооружения, можно было прогнозировать достаточно малые смещения. Это подтвердилось тем, что измеренные горизонтальные смещения в скважинах были не более 2–3 мм в обоих направлениях, за исключением небольшой глубины под поверхностью у подножия подпорной стенки, где они достигали 7 мм. Последнее было вызвано концентрацией напряжений в зоне нижней стороны подпорной стены. И эти смещения продолжали увеличиваться, но можно было наблюдать некоторое замедление их роста.

Моделирование результатов геотехнического мониторинга

Друса и Влчек [1] задают вопрос: «Почему для успешного проектирова-

Таблица 1. Параметры грунта основания армогрунтового сооружения (по [1])

Параметр	Обознач.	Грунт (см. рис. 1)				Ед. изм.
		F6=CL firm	F6=CL soft	G5=GC	R6/F4=CS	
Комплексная геомеханическая (конститутивная) модель поведения материала	-	Мора – Кулона				-
Водопроницаемость	-	недренир.	недренир.	дренир.	недренир.	-
Удельный вес выше уровня грунтовых вод	γ	19	19,5	18	19,5	кН/м ³
Удельный вес ниже уровня грунтовых вод	γ_{sat}	20	20,5	19,5	20,5	кН/м ³
Коэффициент фильтрации в горизонтальном направлении	k_x	0,010	0,010	20	0,010	м/сут
Коэффициент фильтрации в вертикальном направлении	k_y	0,001	0,001	2	0,001	м/сут
Модуль Юнга	E_{ref}	4x10 ³	4x10 ³	50x10 ³	4x10 ³	кН/м ²
Коэффициент Пуассона	ν	0,35	0,35	0,3	0,35	-
Удельное сцепление	c	15	10	5	15	кН/м ²
Угол внутреннего трения	φ	20	18	30	15	град.
Угол дилатансии	ψ	0	0	0	0	град.
Коэффициент снижения прочности грунта на контакте «конструкция – грунт»	R_{inter}	0,7	0,7	0,9	0,8	-

Таблица 2. Параметры георешеток, усиливающих насыпной грунт (по [1])

Параметр	Обознач.	Георешетка Tensar SS20	Арматура геоплиты	Георешетка Tensar SR55	Георешетка Tensar SR80	Ед. изм.
Модель поведения материала	-	линейно-упругая				-
Осевая жесткость	EA	350	1700	750	1000	кН/м

Таблица 3. Параметры остальных материалов армогрунтового сооружения (по [1])

Параметр	Обознач.	Бетонный фундамент	Бетонные блоки	Гравий 0/63	Дорожное покрытие	Ед. изм.
Модель поведения материала	-	Мора – Кулона				-
Водопроницаемость	-	непористый	непористые	дренир.	непористое	-
Удельный вес выше уровня грунтовых вод	γ	25	24	19,5	23	кН/м ³
Удельный вес ниже уровня грунтовых вод	γ_{sat}	-	-	21	23,5	кН/м ³
Коэффициент фильтрации в горизонтальном направлении	k_x	-	-	100	0,001	м/сут
Коэффициент фильтрации в вертикальном направлении	k_y	-	-	50	0,0001	м/сут
Модуль Юнга	E_{ref}	31x10 ⁶	32x10 ⁶	150x10 ³	2x10 ⁶	кН/м ²
Коэффициент Пуассона	ν	0,2	0,2	0,3	0,35	-
Удельное сцепление	c	500	580	0,1	300	кН/м ²
Угол внутреннего трения	φ	35	35	32	30	град.
Угол дилатансии	ψ	-	-	2	0	град.
Коэффициент снижения прочности грунта на контакте «конструкция – грунт»	R_{inter}	-	-	0,9	0,8	-

ния и строительства рассматриваемого сооружения необходимо моделирование?» И сами себе отвечают, что, во-первых, оно нужно для калибровки входных параметров, задейство-

ванных при проектировании сооружения, а во-вторых, важно подтвердить способность конечноэлементных моделей быть точными относительно реального поведения сооружений в

сложных инженерно-геологических условиях.

Авторы статьи [1] выполнили для рассматриваемого объекта конечноэлементное моделирование в програм-

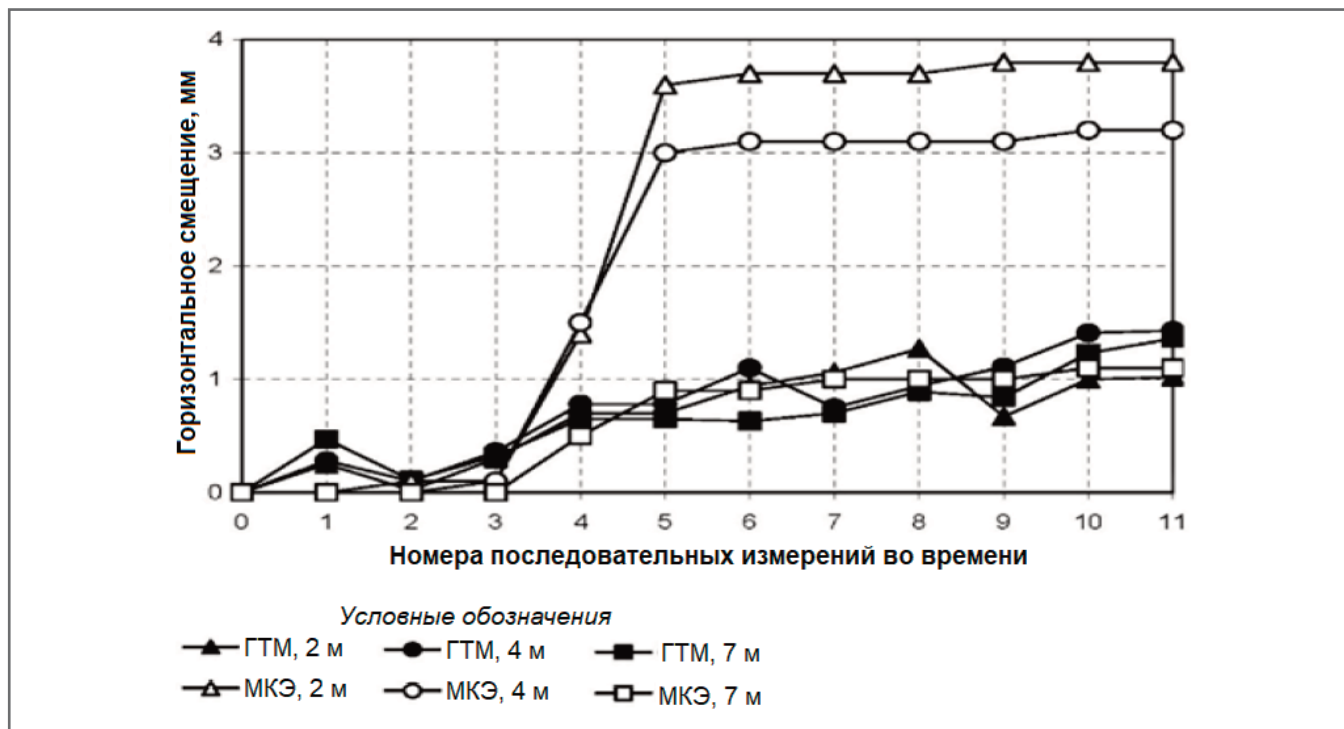


Рис. 2. Развитие во времени горизонтальных смещений на глубине 2, 4 и 7 м ниже поверхности земли по результатам измерений в инклинометрической скважине при геотехническом мониторинге (ГТМ) и по результатам конечноэлементного моделирования (МКЭ). Временной промежуток между измерениями составляет 1 месяц (по [1])

ме PLAXIS 2D, при котором можно было наблюдать за виртуальным процессом строительства армогрунтового сооружения, а также отслеживать его разные параметры в разных точках. Для моделирования Друса и Влчек [1] выбрали профиль (разрез), где подпорная стенка достигает высоты 6 м (рис. 1).

Геологический разрез и свойства грунтов были определены с помощью инженерно-геологических и геотехнических изысканий и испытаний, проведенных для отдельных слоев армогрунтового сооружения и его грунтового основания. При моделировании Друса и Влчек [1] использовали 15-узловые конечные элементы и метод расчетов деформаций с учетом упрочнения грунта в процессе его консолидации (consolidation method), что позволяло обновлять сетку конечных элементов и поровые давления, а также реакции грунтов основания на увеличение нагрузки на разных этапах строительства сооружения (эти этапы рассматривались в работе [2], на которую ссылаются авторы статьи [1]).

Обновление сетки включало вторичные эффекты деформирования, учитывающие изменения геометрии при больших деформациях, что положительно сказывается на устойчивости армогрунтового сооружения. Такая корректировка расчетов имитировала реальное по-

ведение сооружения в процессе строительства.

Обновление поровых давлений учитывало оседание водонасыщенных глинистых слоев, перекрывающих коренную породу, и последующее вытесняющее действие воды, что снижало эффективное напряжение в слоях.

Для детального учета условий при строительстве армогрунтового сооружения и последующей консолидации насыпных грунтов расчеты были разбиты на несколько этапов, соответствующих фактическому ходу работ. Для прямого сравнения результатов моделирования с данными геотехнического мониторинга значения расчетных деформаций были вычтены непосредственно из модели в местах расположения инклинометрической скважины и геодезических марок (по методике из статьи [8], на которую ссылаются авторы работы [1]).

Параметры материалов приведены в таблицах 1–3. Для грунтовых и бетонных конструкций Друса и Влчек [1] выбрали комплексную геомеханическую модель поведения материалов Мора – Кулона.

Модель армирующего материала георешеток авторы работы [1] приняли упругой по отношению к небольшим прогнозируемым деформациям в пределах требований технических стандартов. Значения осевой жесткости EA для георешеток были найдены на основе ре-

зультатов их испытаний при деформации (удлинении), равной 1%. Изменения горизонтальных смещений во времени по результатам измерений в инклинометрической скважине, пробуренной от подножия подпорной стенки, и по результатам соответствующего конечноэлементного моделирования показаны на рисунке 2.

В целом, как указывают авторы статьи [1], результаты конечноэлементного моделирования отражают тренды геотехнического мониторинга. Но имеются расхождения, которые особенно заметны в слоях пылеватых и глинистых грунтов на глубине 2 и 4 м. Использование для этих грунтов более совершенной комплексной геомеханической (конститутивной) модели поведения материала позволило бы повысить точность результатов. Однако для такой модели потребовалось бы больше входных данных, которые в рассматриваемом случае из практики не были определены *in situ* или позднее в лаборатории, поэтому были недоступны. С другой стороны, как отмечают Друса и Влчек [1], из рисунка 2 видно, что для моделирования поведения песчаных и гравийных грунтов вполне достаточно модели Мора – Кулона. На глубине 7 м (в слое водонасыщенного гравийного грунта с глинистым заполнителем) результаты мониторинга и моделирования оказались достаточно близкими друг к другу.

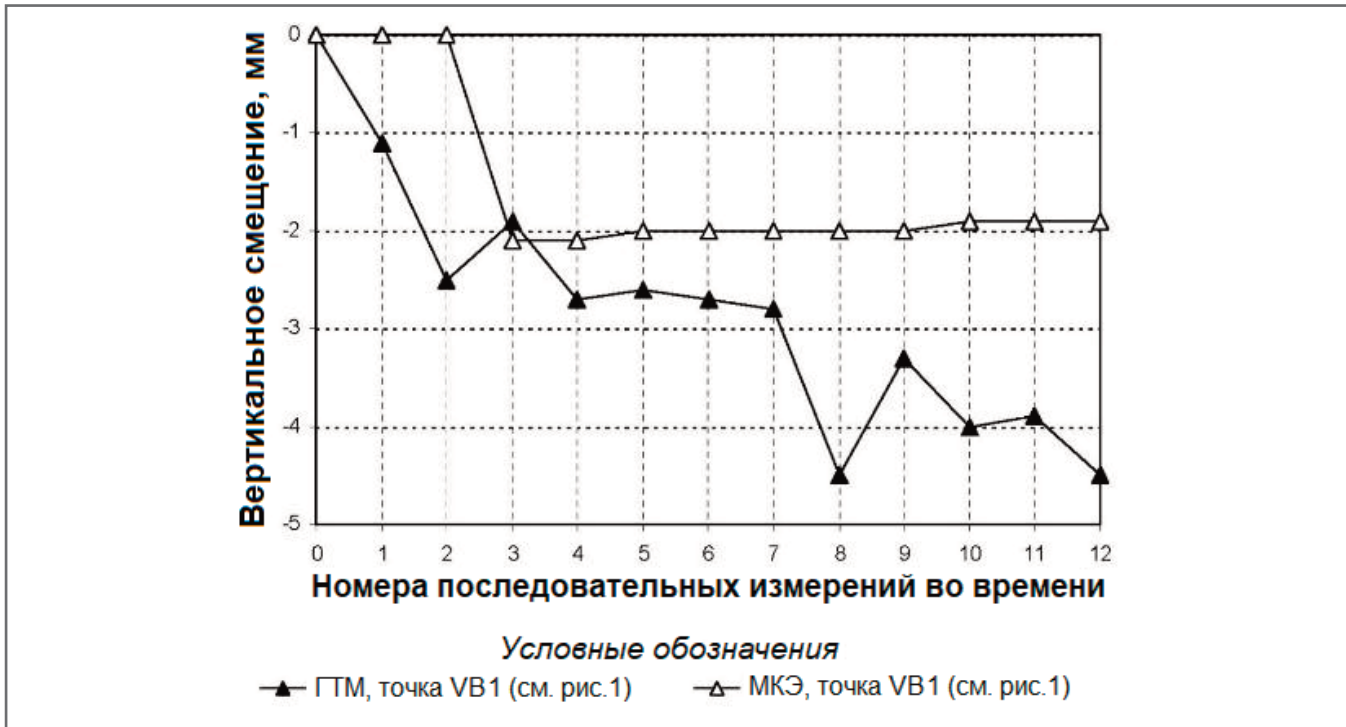


Рис. 3. Развитие во времени вертикальных смещений точки VB1 (см. рис. 1) по результатам измерений по геодезической марке на армогрунтовом сооружении при геотехническом мониторинге (ГТМ) и по данным конечноэлементного моделирования (МКЭ). Временной промежуток между измерениями составляет 1 месяц (по [1])

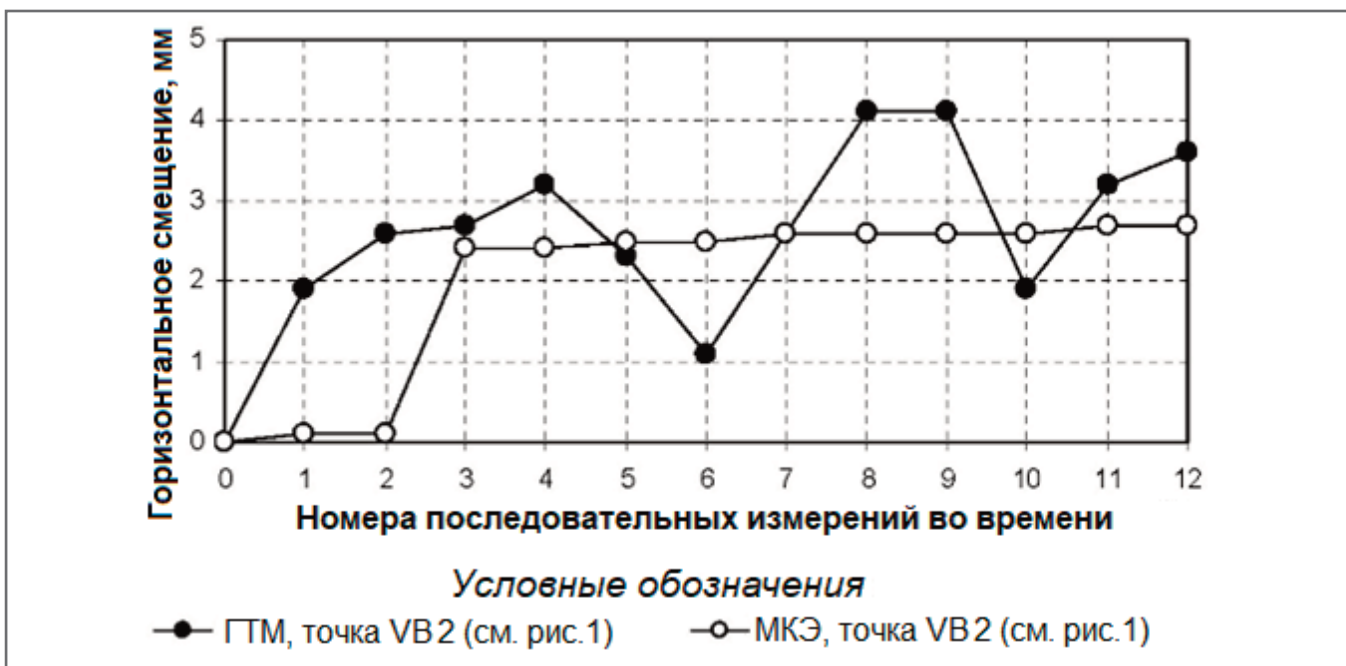


Рис. 4. Развитие во времени горизонтальных смещений точки VB2 (см. рис. 1) по результатам измерений по геодезической марке на армогрунтовом сооружении при геотехническом мониторинге (ГТМ) и по данным конечноэлементного моделирования (МКЭ). Временной промежуток между измерениями составляет 1 месяц (по [1])

Авторы статьи [1] обращают внимание, что на рисунке 2 можно увидеть время укладки слоев дорожной одежды – по увеличению смещений между измерениями 3 и 4 по данным как мониторинга, так и моделирования.

Геодезические работы для рассматриваемого профиля состояли из точных измерений высотных отметок точки

VB1 (см. рис. 1) и плановых положений точки VB2 (см. рис. 1), в результате чего были получены соответственно вертикальные и горизонтальные смещения точек (деформации) (рис. 3, 4).

Таким образом, сопоставление результатов мониторинга и моделирования, выполненное авторами работы [1], показало, что метод конечных элементов

является подходящим инструментом для анализа поведения армогрунтовых сооружений, в том числе армогрунтовых подпорных стен в транспортной инфраструктуре. Результаты моделирования и мониторинга получились близкими друг к другу, хотя расчеты по данным измерений проводились без достаточной калибровки моделей материалов – только

с использованием данных геотехнических изысканий и испытаний *in situ*.

Заключение

Конечноэлементный анализ, выполненный авторами статьи [1], показал, что выбранные методы позволяют достаточно точно прогнозировать поведение моделируемых армогрунтовых сооружений. Расхождения между результатами мониторинга и итогами моделирования в рассмотренном случае, как отмечают Друсa и Влчек [1], ссылаясь на работу [2], были вызваны несовершенством построения модели. То есть было необходимо такое обобщение и упрощение основных взаимосвязей комплексных геомеханических моделей поведения материалов, устройства армогрунтового сооружения и его основания, а также этапов расчетов, чтобы расчетные процедуры могли выполняться без каких-либо неустойчивостей расчетного

процесса или необычного поведения модели.

Для более сложных сооружений и основных взаимосвязей, как подчеркивают авторы работы [1], само по себе моделирование не заменяет в полной мере геотехнический мониторинг. В целях создания наиболее подходящих расчетных моделей в таких случаях необходимо анализировать гораздо большее количество данных по объектам мониторинга, что приводит к получению большего количества входной информации для моделирования, с помощью которого можно было бы описать наиболее реалистичное поведение сооружения даже до начала его строительства.

Хотя в ряде случаев и требуются более обширные входные данные, общей тенденцией в области геотехники является реализация проектных решений без какого-либо дополнительного перепроектирования сооружений. Но это возможно, как подчеркивают Друсa и

Влчек [1], только при тщательном анализе рисков, обусловленных геологической средой, по отношению к свойствам используемых материалов.

На основе результатов выполненного моделирования и работ [2, 6] авторы статьи [1] выделяют следующие моменты.

1. Метод конечных элементов (МКЭ) позволяет с достаточной точностью спрогнозировать поведение армогрунтового сооружения до начала строительных работ.

2. МКЭ позволяет оптимизировать проект сооружения, а также технологию и этапы строительства для соответствия условиям предельных состояний по пригодности к эксплуатации.

3. Моделирование с использованием МКЭ позволяет легко определить требуемые параметры в любой точке модели, а аналитические методы не позволяют или требуют более сложных шагов для получения этих параметров. **и**

Список литературы (References) ►

1. Drusa M., Vlcek J. Importance of results obtained from geotechnical monitoring for evaluation of reinforced soil structure – case study // Journal of Applied Engineering Sciences. 2016. Vol. 6. № 1. Article № 199. P. 23–27. URL: <https://sciendo.com/issue/jaes/6/1>. DOI:10.1515/jaes-2016-0002.
2. Drusa M. Numerical verification of geotechnical structure in unfavourable geological conditions – case study // Geoscience Engineering. 2015. Vol. 61. № 2. P. 8–13. ISSN 1802-5420.
3. Decky M., Drusa M., Pepucha L., Zgutova K. Earth Structures of Transport Constructions. Harlow, Essex, UK: Pearson Education Limited, 2013. P. 180. ISBN 978-1-78399-925-5.
4. Grof V. Geotechnical monitoring SO 24-38-01 Nove Mesto nad Vahom – Trencianske Bohuslavice. Communication of the overpass in nrkm 104,346 including retaining wall. Zilina: Geoexperts, 2011 (in Slovak).
5. Segalini A., Chiapponi L., Pastarini B. Application of modular underground monitoring system (MUMS) to landslides monitoring: evaluation and new insights // Engineering Geology for Society and Territory. Volume 2. Landslide Processes. Springer International Publishing, 2015. DOI:10.1007/978-3-319-09057-3.
6. Das B., Sobhan K. Principle of Geotechnical Engineering (8th Edition). Cengage Learning, 2014.
7. Cheben V., Drusa M., Kuba M. Innovative groundwater table monitoring using TDR // International Journal of GEOMATE. 2015. Vol. 9. № 1. P. 1428–1433. EID: 2-s2.0-84930257614. ISSN:2186-2982(part). Japan ISBN 10:1-133- 11089-4.
8. Lamich D., Marschalko M., Yilmaz I., Bednarova P., Niemiec D., Kubecka K., Mikulenska V. Subsidence measurements in roads and implementation in land use plan optimisation in areas affected by deep coal mining // Environmental Earth Sciences. 2016. Vol. 75. № 1. Article № 69. P. 1–11.
9. Yilmaz I., Marschalko M., Lamich D., Drusa M., Machacik J., Heviankova S., Kyncl M., Lackova E., Bestova E., Krcmar D., Stutz E., Bednarik M. Monitoring of heat transmission from buildings into geological environment and evaluation of soil deformation consequences in foundation engineering // Environmental Earth Sciences. 2014. Vol. 72. № 8. DOI:10.1007/s12665-014-3200-2.
10. Zguova K., Decky M., Drekova D. Non-destructive determining CBR values of ground structures of engineering constructions // Proceedings of the 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2012. 2012. Vol. 4. P. 107–116.

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

WWW.GEOINFO.RU





АО «МОСТДОРГЕОТРЕСТ»

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Лаборатория оснащена отечественным и зарубежным оборудованием последнего поколения по всем направлениям деятельности лаборатории: испытания дисперсных, скальных, мерзлых грунтов и геокомпозитов.

На постоянной основе работают курсы повышения квалификации для экспертов в области геотехники.

Организован постоянный доступ супервайзеров и общедоступная онлайн трансляция работы лаборатории на портале Геоинфо и сайте лаборатории.



MDGT.RU



Источник фото: pixabay.com
Photo source: pixabay.com

ЦЕЛЕВОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ: СУТЬ, ВОСТРЕБОВАННОСТЬ, ПОДВОДНЫЕ КАМНИ

ДЬЯЧЕНКО ЛЮДМИЛА
Специальный корреспондент

АННОТАЦИЯ

Госдума усовершенствовала федеральный закон «Об образовании в РФ» и разработать механизмы по целевому приему, обучению и распределению выпускников вузов.

Новые правила станут актуальны с первого мая 2024 года и коснутся бюджетников. Молодые специалисты будут обязаны либо отработать три года на конкретном предприятии, либо возместить государству расходы на обучение.

Редакция «ГеоИнфо» изучила эту тему и нашла много позитивных моментов и в то же время подводные камни, которые не стоит упускать из виду.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

высшее образование; целевое обучение; компания; предприятие, производство.

TARGETED TRAINING OF STUDENTS: THE ESSENCE, RELEVANCE, PITFALLS

LYUDMILA D'YACHENKO
Special correspondent

ABSTRACT

The State Duma has improved the Federal Law "On Education in the Russian Federation" and has developed mechanisms for the targeted entrance, training and distribution of university graduates.

The new rules will become relevant from the first of May 2024 and will affect budgetary students. The young specialists will be required either to work for three years at a specific enterprise, or to reimburse the state for training costs.

The editorial staff of the GeoInfo journal has studied this topic and has found many positive moments and at the same time pitfalls that should not be overlooked

KEYWORDS:

higher education; targeted training; company; enterprise, production.

Почему нужна целевая подготовка ▶

Представители вузов и компаний хотят перемен. Каждый HR-менеджер (занимающийся работой с сотрудниками компании от подбора кадров и их найма до контроля эффективности их труда, от англ. Human Resources, HR – «человеческие ресурсы») знает, как тяжело закрывать инженерно-технические вакансии.

«Есть дефицит специалистов инженерно-технического профиля, поэтому логично увеличивать количество бюджетных и целевых мест в учебных заведениях и вовлекать студентов в работу с первых курсов», – сообщила HR-директор компании SNDGroup Виктория Тюсенко из Санкт-Петербурга. – Правильно организованное целевое обучение обеспечит молодыми кадрами регионы и даст студентам гарантированную возможность сразу после вуза получить реальный опыт».

Исполняющий обязанности заместителя директора по научной работе Института наук о Земле Северо-Кавказского федерального университета Александр Верисокин считает, что целевая подготовка необходима для предотвращения перетекания кадров в первую десятку регионов России. «Перед техническими вузами стоит серьезная стратегическая задача – обеспечить предприятия качественными инженерными кадрами на долгосрочную перспективу. Целевое обучение должно предусматривать условия последующей комфортной работы», – подчеркнул он.

Некоторые работодатели уже много лет практикуют целевую подготовку и

таким образом избавили себя от кадровых мучений. Например, в ООО «Эко-технологии» в Новочеркасске нет проблем с инженерами, потому что существуют давние договоренности с Южно-Российским государственным политехническим университетом. Как рассказала исполнительный директор этого предприятия Елена Теплинская, целевая подготовка и распределение после окончания вуза – гарантия трудоустройства выпускников. Им не придется тратить время на поиск работы.

Почему придется всерьез выбирать профессию ▶

Бегать по вузам уже не получится. Вот как это выглядело со слов одного выпускника: «После школы я понятия не имел, кем хочу быть и чем хочу заниматься профессионально. Подал документы в академию водного транспорта, университет путей сообщения и технический университет. Прошел везде, выбрал последний вуз, окончил, но работаю совсем по другой специальности».

Как рассказали в пресс-службе Министерства науки и высшего образования РФ, будет позволено выбирать только одно учебное заведение, одну образовательную программу и одного заказчика целевого обучения.

Прием будет осуществляться в рамках целевой квоты на программы бакалавриата и специалитета. Работодатели разместят свои предложения на информационных платформах «Работа в России» и «Госуслуги». Здесь же абитуриент сможет откликнуться и после зачисления подписать договор. Перечень требований к соискателям будет единым,

утвержденным правительством РФ. В соответствии с усовершенствованным федеральным законом «Об образовании в РФ» будут переработаны подзаконные нормативные акты о порядках приема в бакалавриат, специалитет, магистратуру и аспирантуру. Появится и типовой договор о целевом обучении.

Внесенные в закон изменения касаются только привлечения к целевому обучению максимального круга лиц. Непосредственно подготовка кадров, в том числе инженерно-технических работников, существенно не изменится.

О конкурсе на инженерные специальности ▶

Чтобы стать геодезистом, геотехником, геологом или экологом, надо искать вузы, где есть соответствующие специальности: «экология и природопользование», «геология», «картография и геоинформатика», «технология геологической разведки», «прикладная геология», «прикладная геодезия», «геология», «картография и геоинформатика», «геодезия и дистанционное зондирование».

В прошлом году в РФ на эти направления в сумме было зачислено 9879 человек. Из них 7113 человек – на программы бакалавриата и специалитета, 2766 – в магистратуру. В целом это количество больше, чем в 2021/22 учебном году, на 685 человек, как констатировали в Минобрнауки.

Конкурс на инженерные специальности стабилен. В 2021/22 и 2022/23 учебных годах он составлял 8 человек на место на программы бакалавриата и специалитета и 3 человека на место в магистратуру.

К числу самых популярных инженерных специальностей, где конкурс составляет 20 и более человек на место, относятся: «аэронавигация и эксплуатация авиационной техники», «лазерная техника и лазерные технологии», «оплотехника», «информационные технологии».

В среднем конкурс по стране по всем направлениям подготовки и специальностям в прошлом году был 9 человек на место.

По словам Александра Верисокина, сейчас люди хотят учиться очно. Дистанционное обучение не подходит для подготовки инженерных работников. Есть запрос на то, чтобы начинать изучение профильных предметов как можно раньше – ведь в первый год-полтора не всем студентам интересно учиться, потому что традиционно этот период предназначен для обучения по общеобразовательным дисциплинам.

Не все вузы могут обеспечить качественное прохождение учебной и производственной практики.

По наблюдениям Виктории Тюсенко, выпускники вузов, как правило, имеют достаточную теоретическую подготовку по специальности, но не всегда готовы применить полученные знания на практике.

Работодатели составляют для них программы адаптации, обучения и развития. План работы на испытательный срок помогает новичку сконцентрироваться на самом важном. А квартальная оценка выявляет потребности сотрудника в дополнительных знаниях.

Что такое передовая инженерная школа ▶

Целевая подготовка специалистов – не первый шаг в перестройке инженерного образования в России. С прошлого года реализуется федеральный проект «Передовые инженерные школы» (ПИШ), смысл которого – сблизить образовательный процесс с реальным сектором экономики.

Как пояснили в Минобрнауки, ПИШ – это структурные подразделения вузов. Всего их 30. Они созданы в партнерстве с высокотехнологичными компаниями и не только учат, но и развивают научную и инновационную деятельность. Ключевая задача таких школ – сформировать у студентов набор современных компетенций. К преподавательской деятельности там привлекаются работающие инженеры.

Студенты ПИШ обязаны выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятель-

ностью, в том числе на ресурсной площадке компании-работодателя. Перечень этих работ утвержден Минобрнауки.

Интересно, что в образовательном процессе там может участвовать несколько учебных заведений и компаний-работодателей.

Как прокомментировал Александр Верисокин, для развития инженерного образования необходимо расширять сотрудничество не по схеме «вуз – предприятие», а по схеме «школа – вуз – предприятие». Будущих талантливых работников можно заметить в различных технопарках, где ребята реализуют инженерные навыки, а также на различных олимпиадах и конкурсах.

«Для ускорения адаптации специалистов необходимо предоставлять вузам на безвозмездной основе программное обеспечение, на котором работают компании, хотя пока с этим еще много проблем», – заметил Верисокин.

Кто ждет притока студентов-целевиков ▶

Например, в Федеральном дорожном агентстве (Росавтодоре) уверены, что целевая подготовка вызовет рост спроса на дорожное инженерно-техническое образование, тем более что многие отраслевые предприятия готовы оказать поддержку молодым специалистам. Поэтому Росавтодор участвует в том числе в составлении программ бакалавриата, специалитета и магистратуры для Академии дорожного хозяйства, созданной на базе Российского университета транспорта.

А в Тюменском индустриальном университете создана базовая кафедра АО «Мостострой-11». Студенты погружаются в реальные производственные процессы на примере деятельности конкретной организации.

В феврале этого года Минтранс РФ утвердил «Концепцию развития дорожного образования до 2035 года». В ее рамках планируется более активное вовлечение работодателей в образовательный процесс.

Дорожники-практики уже приняли участие в разработке новых стандартов высшего образования по специальностям «автомобильные дороги и аэродромы», «мосты и транспортные тоннели». На очереди – стандарты по специальности «строительство и эксплуатация автомобильных дорог, аэродромов и городских путей сообщения».

Нововведения касаются и вузовских преподавателей. У них будет своя система повышения квалификации.

Почему возрождается наставничество ▶

2023 год объявлен «Годом педагога и наставника». Министерство просвещения РФ занимается подготовкой федерального закона о наставничестве и стандартов качества работы наставников по аналогии с системой, использовавшейся в СССР.

Исполнительный директор общественного движения «Наставники России» Андрей Самотоин заявил в интервью «Ведомостям», что наставничество – не коучинг и не тьюторство. Он схож с менторством. Это уникальная форма взаимодействия, характерная только для России. Сейчас стоит задача выработать модель, которая будет принята бизнесом и учебными заведениями и не загромодит работу наставников.

Многие компании, надо заметить, давно практикуют наставничество и накопили опыт, который мог бы оказаться подходящим для распространения.

«В дорожных компаниях наставничество играет ключевую роль в адаптации сотрудников. Наставник знакомит нового сотрудника с технологическими процессами и помогает освоиться в коллективе», – сообщил представитель Росавтодора.

«Мы ежегодно проводим большую работу по привлечению студентов к прохождению стажировок, приветствуем их трудоустройство в компанию с предоставлением гибкого графика работы для совмещения с учебой и работаем над расширением пакета компенсаций и льгот», – отметила Виктория Тюсенко.

Еще один вариант получения разнообразного опыта в своей отрасли – студенческие отряды. В этом году подрядные организации Росавтодора предоставят 1191 рабочее место для стройотрядов и 871 – для учебной и производственной практики в разных регионах РФ.

Какие у кого муки ▶

Словом, целевое обучение никуда не исчезало – просто оно не было системным и ему не придавали такого большого значения на государственном уровне, как теперь.

В интернете выпускники-целевики советуют абитуриентам идти на целевое обучение, только если соответствующая профессия действительно нравится. В противном случае предстоит многолетние муки в виде учебы и обязательной отработки.

Участники деловой сессии «Кибербезопасность региона: риски и реше-

ния», которую организовал «Коммерсант-Юг» в Ростове-на-Дону, поведали о муках вузов и работодателей.

Заведующий кафедрой ИКТИБ ЮФУ Евгений Абрамов констатировал, что для некоторых предпринимателей пять лет – нереальный горизонт. Они так далеко не смотрят и не готовы заниматься кадровым планированием.

Декан факультета компьютерных технологий РГЭУ (РИНХ) Евгений Тищенко сказал, что существуют проблемы с профессорско-преподавательским составом. Хорошие специалисты не идут работать в вуз из-за низких зарплат. А те, кто все же там работает, могут не знать всех нюансов в реальном бизнесе. Вузы хотели бы, чтобы компа-

нии помогали им в подготовке кадров, но не видят встречной активности.

Руководитель обособленного подразделения АО «ИнфоТекС» в Ростове-на-Дону Алексей Довгаль, в свою очередь, не согласился с этим и сказал, что не раз направлял предложения в вузы, «но они неповоротливые», поэтому компания организовала свой корпоративный университет. Туда приглашается определенное количество студентов, которые потом распределяются по филиалам. Это тоже целевая подготовка – на свой лад.

Какие у кого интересы ▶

Эксперты предполагают, что каждый причастный к целевой подготовке будет заниматься ею исходя из своих интересов.

Например, ректору будет важно отчитаться перед органами власти, проректору – организовать учебный процесс, заведующему кафедрой – обеспечить практику.

В медиапространстве тему целевого обучения обсуждают также с позиций разных интересов. Негативную подачу расквашивают блогеры ради активности подписчиков и организаторы коммерческого обучения ради притока абитуриентов. Обязанность отработки именуют покушением на свободу передвижения и новым механизмом принуждения на рынке труда.

Как бы они ни старались, но очереди за платным образованием точно не будет, а чтобы она возникла на целевое обучение, вероятно, не помешала бы реклама, а вот ее-то точно не хватает. **И**

Независимый электронный журнал ГеоИнфо

С 2022 года журнал «ГеоИнфо»
выходит в формате *PDF.
10 выпусков в год.



WWW.GEOINFO.RU



ЗАПРЕТ БЕСПИЛОТНИКОВ: КТО КАК ПРИСПОСОБИЛСЯ И НА ЧТО НАДЕЕТСЯ

ДЬЯЧЕНКО ЛЮДМИЛА
Специальный корреспондент

АННОТАЦИЯ

Число территорий, на которых запрещены полеты дронов, растет. Если в апреле такое решение спешно приняли 40 субъектов РФ, то в мае небо было закрыто уже более чем в 50 регионах.

Возможно, что чиновникам, наделенным соответствующими полномочиями, проще было запретить, чем разбираться с последствиями такого решения. У бизнеса, который не хочет отказываться от использования беспилотных авиационных систем (БАС), путь теперь один – договариваться с местными властями.

Производители и пользователи дронов рассказали изданию журнала «ГеоИнфо» о том, кто больше пострадал от запрета, какие убытки понесут компании и кто продолжит работу несмотря на ситуацию.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

беспилотные авиационные системы (БАС); дроны; запрет на полеты; убытки; контроль полетов

THE BAN ON DRONES: WHO HAS ADAPTED AND WHAT HOPES FOR?

LYUDMILA D'YACHENKO
Special correspondent

ABSTRACT

The number of territories where drone flights are prohibited is growing. In April, such a decision was hastily made by 40 constituent entities of the Russian Federation. Then in May, the sky was already closed in more than 50 regions.

It is possible that it was easier for officials with appropriate powers to ban than to deal with the consequences of such a decision. For businesses that do not want to abandon the use of unmanned aerial systems (UAS), there is now only one way – to negotiate with local authorities.

Some manufacturers and users of drones told the “GeoInfo” journal about who had suffered the most from the ban, what material losses the corresponding companies would suffer, and who would continue to work despite the situation.

KEYWORDS:

unmanned aerial systems (UAS); drones; flight ban; material losses; flight control

Почему запретили полеты дронов ▶

Реакция общества на запрет полетов беспилотных авиационных систем (БАС) получилась очень «заряженной» – ведь дроны лидируют по популярности среди других приборов. Их разрекламировали в средствах массовой информации, показывая, на что способны такие машины, в том числе в боевых условиях. С ними связано много эмоций.

Главная причина закрытия неба, несомненно, заключается в том, что страна пребывает в условиях специальной военной операции и БАС активно используются противником для разведывательных и диверсионных целей.

Другая причина – это бесконтрольное использование дронов. Заместитель руководителя Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиации) Дмитрий Ядров сообщил на XI Петербургском международном юридическом форуме, что с начала 2023 года рост нарушений правил полета беспилотниками вырос в 3,5 раза по сравнению с аналогичным периодом 2022 года. В качестве ответа Росавиация разработала механизмы по предупреждению нарушений. В их числе – требования к системам обнаружения дронов и к предотвращению столкновений БАС.

Еще одна возможная причина запрета – плохая осведомленность в том, что умеют дроны. Поскольку СМИ показывают только боевые машины, складыва-

ется впечатление, что беспилотники предназначены только для того, чтобы воевать.

Руководитель производственной компании «Агримакс Аэро» Максим Чижов из Москвы сбился со счета по поводу количества посещений им различных «круглых столов», совещаний в Госдуме и в других структурах в апреле и мае. Кажется, законодатели узнали, насколько широко дроны используются в мирных целях, только после того, как наделили регионы правом запрещать их полеты.

Тем не менее запрет в широком ряде регионов объявлен и отменить его пока никто не собирается. И там теперь это личная проблема предпринимателей. Хотят использовать дроны – пусть договариваются с местными властями.

Кто какой путь выбрал ▶

Самое простое в создавшейся ситуации – заняться другой деятельностью. Именно так и поступил владелец ООО «Альбатрос» Алексей Флоров (г. Елабуга, Татарстан). «Мы полностью сменили формат бизнеса и больше не занимаемся геодезическими съемками, – прокомментировал он. – У нас было производство беспилотников и услуги по съемке под разные задачи. Для согласования работ в новых условиях требуется много времени, поэтому мы выбрали для себя другое направление».

По словам руководителя образовательной платформы АУЦ ООО «Школа

беспилотной авиации» (г. Москва) Дениса Кирикова, все учебные полеты требуют согласования и получения разрешения на использование воздушного пространства (ИВП). В текущий период времени региональные власти проявляют лояльность к учебным центрам, занимающимся подготовкой специалистов в отрасли БАС. «Нам удалось достичь максимального взаимопонимания, в частности, с правительством Калининградской области», – отметил этот эксперт. «Мы работаем в 42 регионах России, половина из которых пошла под ограничения. Тренировки на улице организуются для взрослых, детям достаточно практики в больших помещениях. Запрет запретом, но ведь потребность в кадрах никто не отменял. Специалисты понадобятся, когда снова будут разрешены полеты», – уточнил он.

«Пострадали магазины дронов – им придется менять ассортимент. Потеряли в скорости работ специалисты, которые оказывали услуги с помощью беспилотников. Теперь им надо брать меньший объем заказов – ведь работать они будут медленнее, по старинке», – считает инженер-геодезист ООО «ЗВ Групп» Андрей Новиков из Ростова-на-Дону.

В чем беспилотники заменили людей ▶

СМИ часто пишут о том, что дроны заменили людей. Порой так же говорят и различные медийные персоны, далекие от беспилотной техники.

Но специалисты, которые производят или используют эти приборы, рассуждают иначе. «Это все равно что сказать, что компьютеры заменили машиностроение с участием человека. На самом деле они автоматизировали процессы и ускорили развитие отрасли», – привел пример Андрей Новиков. С ним согласен Денис Кириков: «Беспилотники упростили и ускорили геодезию и картографию, геоинформатику, маркшейдерские изыскания».

Например, раньше, если надо было размежевать территорию под индивидуальную застройку, инженеры ходили по полю и устанавливали кольшки через каждые 10–20 метров. А использование для съемок дронов ускорило такую работу минимум в пять раз.

В отдельных случаях БАС стали просто незаменимыми, как подчеркнул заместитель генерального директора по стратегическим проектам ГК «Геоскан» Андрей Грудев. Речь идет, например, об обследовании таких протяженных инфраструктурных объектов, как трубопроводы, линии электропередачи, автомобильные дороги и др., а также таких крупных площадных объектов, как открытые горные разрезы, рудники и пр.

С помощью дронов выполняются предпроектные и проектные исследования для строительства разнообразных объектов, будь то площадка под атомную станцию или горнолыжный комплекс.

Беспилотники оправдали себя в геологоразведке, особенно на труднодоступных территориях.

Используются они и для тепловизионной съемки, которая вызывает все больший интерес у администраций крупных городов.

«Если для легальных беспилотников на длительное время будет закрыт воздух, придется проводить обследования либо с помощью вертолетов и самолетов, что дорого и не везде применимо, либо пешком, что долго и дорого. Конечно, при этом пострадают стоимость и сроки выполнения работ», – подчеркнул Андрей Грудев.

Какие будут потери ►

Далее экспертам было предложено спрогнозировать убытки компаний, если они откажутся от применения БАС.

«Количество регионов, где введены ограничения, уже больше 50. В совокупности это приблизительно 75% экономики страны. Если принять 15 миллиардов рублей в качестве очень консервативного прогноза рынка производителей и эксплуатантов БАС на

2023 год, потери достигнут 9 миллиардов рублей. Еще 3–4 миллиарда потеряют аграрии и сервисные компании, выполняющие агрохимические авиационные работы за рамками официальной статистики», – предположил Андрей Грудев.

Максим Чижов считает, что известные компании-разработчики недополучат минимум 300 миллионов рублей. Легальные операторы и коммерческие эксплуатанты БАС лишатся выручки и понесут большие дополнительные расходы из-за необходимости содержать другую технику и соответствующий персонал. Потери в сегменте применения БАС в сельском хозяйстве составят 400 миллионов рублей. Потери производителей дронов для аграрного сектора превысят 800 миллионов рублей.

Раньше, если после дождя на поле не могла зайти колесная техника, использовали дроны. Из-за запрета на полеты беспилотников потери в урожаях составят от 30 до 100%, если не будет проведена срочная обработка посевов. «Минимальная оценка таких потерь по модели рисков прошлого года составляет 0,9 миллиарда рублей для сельхозпроизводителей, использующих современные агротехнологии», – подсчитал Максим Чижов.

Убытки понесут прежде всего законопослушные компании, а вот нелегальный рынок беспилотников может пойти в рост. В их пользу – большие территории и отсутствие у полиции сил за всемогуществом.

«В условиях запретов нелегалам-эксплуатантам проще купить завезенный по серым схемам дрон DJI, а не российский аналог», – подчеркнул Чижов.

Как навести порядок ►

Эксперты единогласны в том, что запретительные меры ускорят давно назревшую проблему регулирования полетов БАС. Никто, видимо, не считал ее насущной, чтобы подвести под нее правовое основание, хотя разговоры об этом велись. Теперь же ее постоянно обсуждают и законодатели, и общественники, и представители бизнеса.

Алексей Флоров провел параллель между автомобилями и беспилотниками. Правила для них должны быть аналогичны.

«Необходимо унифицировать технические стандарты для беспилотных летательных аппаратов, доработать профстандарты для специалистов. В частности, этой работой займется недавно созданный при Московском госуниверси-

тете геодезии и картографии Центр компетенций НТИ «Геоаннанные и геоинформационные технологии». Наша компания – участник этого центра», – сообщил Денис Кириков.

Андрей Грудев высказал предположение о том, что скорее всего будут сделаны исключения для выполнения полетов БАС для всевозможного мониторинга в интересах органов власти. С большой долей вероятности получат послабления крупные корпорации – Газпром, Россети, Транснефть. Но вряд ли дадут добро на полеты дронов мелким фермерским хозяйствам, небольшим проектным и строительным компаниям.

«Кому-то, вероятно, стоит подождать момента, когда региональные власти увидят, что запреты вовсе не действуют на недоброжелателей, занимающихся воздушными диверсиями, и противоречат целям и задачам национального проекта по развитию беспилотных авиационных технологий», – считает Андрей Грудев.

«Будем надеяться, что легальным участникам рынка, имеющим лицензии, выполняющим требования авиационного законодательства и правил обеспечения безопасности и соблюдения государственной тайны, все же разрешат авиационные работы с применением БАС в интересах легальных заказчиков», – добавил он.

Каковы перспективы ►

До закрытия неба продажи дронов все еще держались на высоком уровне, как сообщило АО «Коммерсантъ» со ссылкой на сервис аналитики маркетплейсов Moneyplace. С января по март этого года продажи БАС на Wildberries выросли в 13,5 раз (до 26,7 тысяч штук) относительно такого же периода прошлого года. На Ozon отмечался рост продаж в 8,5 раз (до 17,6 тысяч штук). В денежном выражении выручка от реализации дронов на Wildberries тогда достигла 88 миллионов рублей, на Ozon – 57 миллионов. Количество продавцов квадрокоптеров на Wildberries за год увеличилось на 392% (до 521), на Ozon – на 556% (до 971). Средняя стоимость одного дрона на Wildberries составляла 3,4 тысячи рублей, на Ozon – 5 тысяч. По спросу лидировали аппараты для любительской съемки и для детей.

Но из-за ограничений на полеты дронов вся эта торговая картина сильно изменится.

Некоторые участники рынка считают тотальный запрет поспешным и думают,

что это решение скоро будет пересмотрено и отменено. Другие допускают, что запрет останется на долгое время, но рано или поздно здравый смысл все-таки возобладает.

Для контроля полетов БАС предлагается, например, ставить на каждый беспилотный летательный аппарат или

на каждую станцию управления трекер, а также согласовывать с МВД место, начало и окончание работ. Но пока силовики скорее всего технически не готовы взять на себя новый огромный объем работ по такому контролю.

Когда отменят запрет? Ответ на этот вопрос можно дать лишь предпо-

ложительный, по аналогии с другой информацией. Например, Европейская ассоциация по безопасности воздушной навигации (Евроконтроль) распространила версию, что воздушное пространство России и Украины останется закрытым для полетов в Европу до 2029 года. **И**



Telegram-канал журнала

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

- Новости
- Статьи
- Обсуждения

<https://t.me/geoinfonews>



Источник фото: elenach.ru
Photo source: elenach.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСАДКИ: ПОЧЕМУ БУРОСЕКУЩИЕ СВАИ МОГУТ РАЗРУШАТЬ ОКРУЖАЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ

ДЬЯЧЕНКО ЛЮДМИЛА
Специальный корреспондент

АННОТАЦИЯ

Возведение новых объектов бывает небезопасным для соседних зданий, особенно исторических, с мелкозаглубленными фундаментами на слабых грунтах.

О проблемах и ответственности всех участников цепочки шла речь на вебинаре «Технологические осадки при устройстве ограждения котлована из буросекущих свай в условиях плотной городской застройки».

Дискуссия была организована на онлайн-площадке Forum-100+ по инициативе НИИОСП им. Н.М. Герсеванова АО «НИЦ Строительство».

Технологические осадки плохо прогнозируются. Снизить риски при устройстве ограждающей конструкции из буросекущих свай путем применения различных технологий усиления фундаментов не всегда возможно. Требуется высокая квалификация и ответственность специалистов, которые возводят здание.

Участники вебинара рассказали об объектах, при сооружении которых использовался метод буросекущих свай при ограждении котлована. Прозвучали примеры как идеальные, так и плачевные. Данная проблема сейчас широко обсуждается в научно-технических кругах.

Редакция «ГеоИнфо» представляет самые интересные моменты, которые прозвучали на вебинаре.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ограждение котлована; буросекущие сваи; окружающая застройка; технологические осадки; геотехнические прогнозы.

TECHNOLOGICAL SETTLEMENTS: WHY SECANT PILES CAN DESTROY THE SURROUNDING BUILDINGS

D'YACHENKO LYUDMILA

Special correspondent

ABSTRACT

The construction of new facilities can be unsafe for neighboring buildings (especially historical ones) with shallow foundations on soft soils.

The problems and responsibilities of all the participants in the chain were discussed at the webinar “Technological settlements during the construction of a foundation pit shoring made of secant piles in the conditions of tight urban development”. The discussion was organized at the Forum-100+ online platform on the initiative of the N.M. Gersevanov NIIOSP of JSC “NITs Stroitel'stvo”.

Technological settlements is poorly predicted. It is not always possible to reduce the risks in the construction of a foundation pit shoring made of secant piles by using various technologies of strengthening foundations. High qualifications and responsibilities of specialists who construct the building are required.

The participants of the webinar told about the objects, in the construction of which the method of secant piles was used when constructing foundation pit shorings. There were both ideal examples and deplorable ones. This problem is now widely discussed in scientific and technical circles.

The editorial staff of the “GeoInfo” journal presents here the most interesting moments that were noted at the webinar.

KEYWORDS:

foundation pit shoring; secant piles; surrounding buildings; technological settlements; geotechnical forecasts.

Почему проблема тревожит ученых ▶

Как подчеркнули участники дискуссии, геотехника пронизывает все жизненные циклы объекта от инженерных изысканий, проектирования, строительства, эксплуатации до демонтажа. В то же время геотехнические прогнозы и расчеты весьма чувствительны к технологии выполнения работ.

«Многие процессы мы не можем предсказать аналитическими и численными методами. Здесь на помощь приходят эмпирические подходы и применение сопоставимого опыта», – прокомментировал директор НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Рафаэль Шарафутдинов.

Например, при подземном строительстве специалисты научились достаточно точно прогнозировать деформации ограждения котлована и осадки окружающей застройки от статических воздействий.

В то же время для того, чтобы сделать стену в грунте, применяются определенные технологии: траншейный, свайный или иной комбинированный метод проведения работ. В результате

возникают технологические осадки, которые зависят от конкретных грунтовых условий, соблюдения самой технологии и от действий подрядчика. Порой возникают сверхнормативные осадки зданий и сооружений.

На сегодняшний день многие проектировщики никак не учитывают возможные технологические осадки. Часто на этот факт не обращают внимания и экспертиза, хотя требования по учету есть в нормативных документах. Более того, в методических рекомендациях 1998 года, которые разрабатывал НИИОСП, шла речь о необходимости учитывать технологические воздействия и применять специальные приемы по их сокращению. Об актуальности проблемы говорит и тот факт, что было защищено несколько научных диссертаций в Москве и Санкт-Петербурге.

«В этом году в наш институт пришло на рассмотрение несколько проектов, в которых был высокий риск технологических осадок от ограждений котлованов вплотную к зданиям. После бурных обсуждений было принято решение провести научно-технический совет ин-

ститута с выработкой единой позиции. На наш взгляд, проблема требует более широкого обсуждения и охвата аудиторией», – пояснил Шарафутдинов.

Можно ли управлять положением фундаментов ▶

Ограждающие конструкции при устройстве глубокого котлована делались не всегда, да и слишком близко к существующим зданиям раньше не строили. Например, ничего подобного не было при закладке МГУ. Главный корпус университета высится на просторе и опирается на бетонную плиту.

Торговый центр «Охотный ряд» стал одной из первых грандиозных подземныхстроек в Москве. Технология устройства стены в грунте траншейного типа была известна в России, однако на тот момент не было достаточного количества оборудования для ее устройства, поэтому пригласили турецких строителей. В итоге ограждающая конструкция была возведена почти вплотную к стенам существующих зданий.

Весь период строительства велись геодезические наблюдения за осадками

близрасположенных зданий, которые показали прекрасные результаты – осадки были минимальными. В старинном особняке, где были предприняты защитные меры, осадки составили всего 3 мм. В здании, где такие меры не принимались, осадки оказались выше – от 4 до 6 мм.

«На начальном этапе, при устройстве первых захваток стены в грунте, проводился мониторинг, и когда стало ясно, что перемещения минимальные, было принято решение по массовому изготовлению захваток стены в грунте», – прокомментировал заместитель директора НИИОСП Олег Шулятьев,

Одна из защитных мер, которая применяется сегодня – это создание геотехнического барьера по методу компенсационного нагнетания (инъекции) цементного раствора в грунт. Он помогает компенсировать деформации, произошедшие при создании ограждающей конструкции.

Например, при возведении здания на Можайском Валу в Москве был выполнен котлован полузакрытым методом подземного строительства «сверху вниз» (Top-Down) и использования распорных конструкций. Предварительно, до устройства стены в грунте, между фундаментом существующего здания и будущей стеной в грунте был сделан геотехнический барьер, который позволил безболезненно для здания выполнить ограждения котлована, вырыть сам котлован и внутри него выстроить здание. Осадки фундаментов защищаемого здания были минимальными.

Конечно, подъем или осадка фундаментов дома никогда не радует его обитателей, что ярко проявилось в истории с сооружением Алабяно-Балтийского автомобильного тоннеля в Москве. Решено было укрепить грунты методом струйной цементации (Jet Grouting) и установкой свай в три-четыре ряда.

Однако в процессе строительства все равно возникали проблемы. Осадки сталинского здания составляли несколько сантиметров. Жители жаловались, что у них перекошились двери, которые пришлось чинить. Затем строители «подкачивали» здание. И тогда двери в квартирах перекашивались в обратную сторону, им снова требовался ремонт, жители снова жаловались.

Почему виноваты проектировщики ▶

Технологические осадки, превышающие предельно допустимые нормы, нередко связаны с буросекущими сваями.

Это происходит из-за разуплотнения грунта и вибродинамического воздействия в процессе устройства свай, а также отклонения свай от вертикали. Они расходятся, происходит суффозия грунта с образованием на поверхности просадочных воронок.

Однако, по словам О. Шулятьева, использовать буросекущие сваи все же можно, но все зависит от особенностей грунта и соблюдения технологии. Рекомендуется отрабатывать технологию на опытном участке с мониторингом массива грунта и окружающей застройки, усиливать фундаменты, подбирать оборудование на самый худший случай, контролировать вертикальность свай, жестко выдерживать сроки выполнения работ. В случае аварийных остановок работ – предусматривать компенсирующие мероприятия.

«Главная проблема – в проектировщиках. Часто приходится сталкиваться с тем, что они что-то запроектировали, а вопросы, связанные с технологией работы и технологическими осадками, не считают своими... Я считаю, что нужно не просто нарисовать ограждающую конструкцию в условиях плотной городской застройки, но и вписаться в предельные осадки по существующим нормам. Проектировщик должен понимать, как будет работать конструкция. Когда мы выполняем буросекущие сваи в сложных условиях, где песок и вода, необходим постоянный контроль, в том числе со стороны геотехников», – прокомментировал Олег Шулятьев.

Однако проектировщики все же виноваты не всегда. Иногда ошибаются строители.

Почему виноваты подрядчики ▶

Специалисты, которые занимаются мониторингом на стройплощадке, могут только давать рекомендации. Подрядчики могут послушать, а сделают или нет – это уже на их усмотрение.

Необычная история приключилась со зданием Главного штаба Эрмитажа. Архитектор Карл Росси работал над ним в начале 19 века и сделал его качественным настолько, насколько это было возможно в ту пору. Как будто предвидел, что спустя 200 лет сюда придут недобросовестные мастера и установят буросекущие сваи, которые разойдутся вверху и внизу.

Как пояснил Алексей Шашкин, когда ограждение плотное, чуть с конусом, оно не пропускает воду, а из-за того что оно получилось «растопыренным», под зданием Росси образовался провал пло-

щадью 15 квадратных метров и глубиной 1,5 метра, ниже подошвы исторических фундаментов.

Здание не рухнуло, удержалось на деревянных сваях Росси. Ни один камень не упал. Памятник спасли, несмотря на то что потоки воды, хлынувшие между сваями, вымывали грунт.

Дальше все это тампонировалось, инъецировалось, велись поиски скрытых провалов. Их искали геофизическими способами, измеряя микросейсмы (колебания земной поверхности малой амплитуды). «Их надо уметь измерять и извлекать результат. Вся земля – это колебательный контур. Выяснить, где под Эрмитажем разуплотненные грунты, нам помогло землетрясение, которое случилось на Фукусиме», – прокомментировал Алексей Шашкин.

Что касается конкуренции технологий, то, по мнению эксперта, буросекущие сваи ни в какое сравнение не идут с траншейным способом ограждения котлована, потому что только в цельной стене можно расположить арматуру там, где нужно по расчету. Но такую стену в северной столице мало кто умеет делать.

Таким образом, важно не только подобрать технологию, которая позволит минимизировать технологические осадки, но и найти подрядчиков, которые будут следовать технологии. Потому-то в Санкт-Петербург порой и приглашаются иногородние строительные организации, которые работают аккуратно.

Алексей Шашкин выразил уверенность, что можно создавать любые подземные пространства в любой окружающей среде. И хотя перспектива – за цельной стеной в грунте, буросекущие сваи не стоит сбрасывать со счетов, ведь иногда только такой способ ограждения котлована самый приемлемый.

Какие бывают буросекущие сваи ▶

Генеральный директор петербургского института «Геореконструкция» Алексей Шашкин остановился на том, что ограждение котлована из буросекущих свай может выполняться по-разному. Классический вариант – когда четные сваи («жесткие») делаются с армированием, а нечетные («мягкие») – без армирования.

Следующий способ – ограждение котлована из касательных свай, даже с зазором между ними. Но это подходит, когда нет проблем с водой. Если же вода мешает работать, тогда между касательными сваями делаются «замки» с помощью струйной цементации грунта.

Санкт-Петербург стоит на толще слабых водонасыщенных глинистых грунтов. Твердое на первый взгляд вещество становится жидким при любых техногенных воздействиях, в том числе связанных со строительством свай. Казалось бы, в этих природных условиях, где вдобавок много исторических зданий, нужно особо тщательно выбирать технологии, но практика бывает иной. А. Шашкин привел несколько примеров, когда недобросовестные подрядчики погубили соседние особняки. На виновных были заведены уголовные дела.

В 1994 году для устройства котлована глубиной 7 м под строительство гостиницы «Невский палас» выполнялась стенка из буросекущих свай под защитой обсадных труб. Сначала были установлены нечетные сваи диаметром 600 мм на глубину 24 м, затем – армированные четные. Из-за вибрационных воздействий произошло избыточное извлечение грунта из свай.

«В таком случае нужны гидропригруз и пробка. Сделать пробку при разбуривании свай достаточно сложно, потому что их непросто разбурить. Для сохранения пробки необходим пригруз, но подрядчики не только его не сделали, они да-

же представления о нем не имели. Когда я пытался потребовать от подрядчика выполнить работы с гидропригрузом, получил ответ: «Спорим, у меня не получится»». Шансов выиграть этот спор у меня не было, в результате три здания получили осадки больше 25 см и были разобраны», – рассказал Алексей Шашкин.

Аналогичная история произошла при строительстве дома № 8 на Мичуринской улице в Санкт-Петербурге. Пока возводили новое здание, в соседнем образовалась трещина 10 см. Также на Лиговском проспекте, 26–30, памятники архитектуры получили осадки 22 и 9 см и были разобраны.

Все зависит от специалистов. И денег... ▶

Любой проект – только тогда проект, когда осуществим, как подытожили участники вебинара. Под проектом подразумеваются не только «нарисованные линии с точечками арматуры», но и технологии, которые не навредят.

Ответственность за разрушение соседних зданий лежит на всех. На авторах проекта, если они заложили неправильную технологию, на исполнителях, на представителях экспертизы.

Когда экспертиза негосударственная, как нередко бывает, она мешает наведению порядка в области проектирования. Это примерно как платные экзаменаторы: хочешь получить отличную отметку – платишь, и тебе ставят пятерку.

«Какие бы честные люди ни трудились в негосударственной экспертизе, все равно они получают деньги только тогда, когда напишут положительное заключение. Они – заложники ситуации. Не должно быть никакой негосударственной экспертизы», – считает Алексей Шашкин.

В таких сложных геотехнических условиях, как в Санкт-Петербурге, необходимо сопровождение проекта опытными геотехниками и научно-технический мониторинг.

«Тематика технологических осадок весьма актуальна в геотехнике, – подвел черту Рафаэль Шарафутдинов. – Наибольшая опасность для зданий кроется в слабых грунтах с высоким уровнем подземных вод. На мой взгляд, нет идеальной технологии. Каждую необходимо подбирать под конкретные геотехнические условия, окружающую застройку, грунты и фундамент».



Телеграм-канал журнала

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

- Новости
- Статьи
- Обсуждения

<https://t.me/geoinfonews>



УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В РОССИИ. ПЕРЕЗАГРУЗКА

СИЗОВА ГАЛИНА

Специалист по связям с общественностью ГК SMART ENGINEERS
g.sizova@smrte.ru

АННОТАЦИЯ

В конце мая 2023 года состоялся IV Ежегодный отраслевой форум «Управление строительством в России. Строительный бизнес: перезагрузка 2023», организованный компанией SMART ENGINEERS.

Участники обсудили ситуацию на строительном рынке и ближайшие перспективы, цифровизацию отрасли, финансирование проектов, проблемы выбора подрядчиков, а также целый ряд вопросов, связанных с юридическими и финансовыми аспектами деятельности инжиниринговых компаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

управление строительством; строительный бизнес; строительный рынок; цифровизация; молодой специалист; команда проекта; руководитель проекта; выбор проектировщика; банковское сопровождение; цифровая гидравлическая модель города; пакет разрешительной документации; взаимодействие; субсидиарная ответственность.

CONSTRUCTION MANAGEMENT IN RUSSIA. REBOOT

GALINA SIZOVA

PR specialist, SMART ENGINEERS group
of companies
g.sizova@smrte.ru

ABSTRACT

In the end of May 2023, the IV Annual Industry Forum “Construction Management in Russia. Construction business: reboot 2023” was organized by SMART ENGINEERS group of companies.

The participants discussed the situation in the construction market and the near-term prospects, the digitalization of the industry, the financing of projects, the problems of choosing contractors, as well as a number of issues related to the legal and financial aspects of the activities of engineering companies.

KEYWORDS:

construction management; construction business; construction market; digitalization; young specialist; project team; project manager; choice of a designer; banking support; digital hydraulic model of a city; package of permits; interaction; subsidiary responsibility.

Введение ▶

25 мая 2023 года в Москве в Центре международной торговли прошел IV Ежегодный отраслевой форум «Управление строительством в России. Строительный бизнес: перезагрузка 2023». Мероприятие было организовано инженеринговой компанией SMART ENGINEERS при поддержке Минстроя России, Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), Комитета по строительству общественной организации «Деловая Россия» и Национального объединения организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ). Генеральным информационным партнером форума выступил ИД «Коммерсантъ».

Деловая программа форума включала пленарное заседание и три экспертные сессии – «Подготовка строительства», «Строительство» и «Право. Налоги. Финансы».

Строительный рынок сегодня и завтра: повсеместная цифровизация ▶

В рамках пленарной сессии спикеры обсудили текущее состояние строительного рынка и перспективы развития, влияние новых экономических реалий на строительный бизнес, современные тренды и новые цифровые решения в управлении строительством.

«Несмотря на пандемию и частичные ограничения, строительная отрасль не только не остановилась, но и продол-



жает развиваться. Это показывают и цифры по итогам 2022 года. Прошлый год стал рекордным по вводу жилья. Практически 103 млн квадратных метров было построено, благоустроено порядка 5,5 тысяч общественных пространств и почти 6 тысяч дворовых территорий. Порядка 3,7 млн семей, а это 8,8 млн человек, улучшили свои жилищные условия. Механизм КРТ [комплексного развития территорий] заработал во всех регионах, подобраны площадки, планируется ввод 120 млн метров жилья. В рамках цифровизации стройотрасли запущена первая очередь ГИСОГД РФ [Государственной информационной системы для обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации], реализовано

40 программ обучения в сфере ТИМ [технологий информационного моделирования]. Для поддержки и социально-экономического развития регионов запущено «Инфраструктурное меню», в рамках которого на ИБК [инфраструктурные бюджетные кредиты] распределен 1 трлн рублей, что важно: сами регионы определяли, на какие проекты требуются средства, какие проекты дадут эффект на ввод жилья, создание рабочих мест», – сказал **первый замминистра строительства и ЖКХ РФ Александр Ломакин**.

Сегодня в строительной сфере заложен законодательный фундамент для цифровой трансформации. «Дальнейшее развитие эры цифровизации надо продолжать не только со стороны зако-

нов и требований, но и со стороны процессов и людей, которые ими управляют, – отметила **Виктория Эркенова**, заместитель председателя правления по интеллектуальным транспортным системам и цифровизации государственной компании «Российские автомобильные дороги». Также пристальное внимание необходимо уделить программным платформам, методологии и инструментарию, с помощью которых возможно осуществлять цифровое проектное управление объектами капитального строительства на этапах их жизненного цикла. «А этот аспект цифровизации сегодня может являться существенным сдерживающим фактором дальнейшего развития», – пояснила В. Эркенова.

«Одним из приоритетных направлений в работе Инспекции государственного строительного надзора Воронежской области 2023 года остается цифровизация контрольно-надзорной деятельности, в том числе внедрение технологий информационного моделирования в строительном надзоре, – сообщил **Сергей Болгов**, руководитель Инспекции государственного строительного надзора Воронежской области. – Выполненные мероприятия уже сейчас дают возможность использовать в государственном надзоре инструменты, позволяющие застройщикам Воронежской области осуществлять подачу извещений о начале строительства в электронном виде, получать электронные программы проверок через Единый портал государственных услуг». В конце 2022 года Воронежская область вошла в восьмерку лидеров рейтинга регионов России по подключению к функционалу для осуществления государственного надзора на Едином портале государственных и муниципальных услуг. Вместе с тем есть ряд приоритетных задач, например формирование цифровой исполнительной документации, перевод общих журналов работ в электронный вид, решение которых повысит эффективность надзора, одновременно снизив административную нагрузку на бизнес. «Мы ищем инструмент, удобный для всех сторон – участников строительства, не стоим на месте, запускаем пилотные проекты, активно вовлекаем инспекторский состав в работу с софтом. Нет сомнений, что форум «Управление строительством в России» стал той самой площадкой, где мы смогли обменяться профессиональными мнениями, выбрать оптимальное решение. Конечная цель – не проводить цифровизацию ради цифровизации, а использовать “цифру” как



инструмент достижения оптимального баланса между застройщиками, госстройнадзором и конечными потребителями, эксплуатирующими строения после завершения строительства», – заключил С. Болгов.

«Такой формат прямого общения представителей IT-компаний и участников рынка, тематические сессии для представителей органов исполнительной и муниципальной власти, государственных и муниципальных заказчиков, проектировщиков и генподрядчиков позволяет сделать выбор в пользу того или иного решения тем, кто только определяется с инструментарием. Или получить консультацию из первых рук тем участникам рынка, кто уже активно осваивает “цифру”», – всецело поддержал **Михаил Викторов**, президент НОТИМ.

Молодой специалист – строитель будущего ▶

Механизмы преодоления кадрового дефицита – крайне важная и актуальная тема, которой полностью посвящена деятельность Кадрового центра Минстроя России, функционирующего на базе ФАУ «РосКапСтрой». Центр принимает такие меры, как поддержка и организация работы электронной биржи труда, еженедельный мониторинг кадровой потребности на рынке труда строительной отрасли и ЖКХ, проведение профориентационных мероприятий и профессиональных курсов. «Так, например, при поддержке Минстроя России, ФАУ «РосКапСтрой» проводит форум «Молодой специалист – строитель будущего» в различных регионах страны. Мероприятие призвано сформировать устойчивый

интерес и мотивацию студентов к трудоустройству и построению карьеры в строительной отрасли и ЖКХ, наладив прямой диалог между ними и представителями строительных организаций», – рассказала **Юлия Максимова**, директор ФАУ «РосКапСтрой».

Скупой платит дважды, только если у него есть деньги ▶

В фокусе внимания экспертных сессий «Подготовка строительства» и «Строительство» были взаимоотношения инвестора, технического заказчика, подрядных и проектных компаний, тендерные процедуры, расчет стоимости инвестиционно-строительных проектов (ИСП), риски реализации ИСП, инструменты кредитования, платежная дисциплина, цифровые решения и технологии управления строительством, а также многие другие вопросы.

«Успешно реализовать крупный проект возможно, если удалось выстроить эффективную связь между всей командой проекта, – убежден **Олег Малахов**, председатель совета директоров ГК «Праймкей». – На форуме обсуждались ключевые аспекты, без учета которых проект обречен на провал. Инженерное и технологическое оснащение новых проектов требует высокой организации всего процесса строительства, поэтому, повышая экономическую прозрачность связки “заказчик – подрядчик”, мы добиваемся более доверительных отношений в команде. Экономия на компетенциях приводит к кратным потерям при реализации проекта. Есть поговорка “Скупой платит дважды”, но далеко не всегда у такого “скупого” есть деньги на второй платеж. Именно поэтому опыт, навыки и решения пере-

довых компаний необходимо внедрять, дорабатывать и развивать всем, кто хочет успешно строить».

«Мы не изменим рынок, но можем действовать локально, создавая прецеденты. Прецедент рождает процедуру. Решить проблему поможет внедрение системы проектного управления – структуры внутреннего технического заказчика, – поддержал дискуссию **Анатолий Дорوفеев, руководитель проектов строительства ООО "ЕНИГЮН"**. – Создание структуры поможет формализовать необходимые процессы, создать единые правила, единую базу данных, определить необходимые компетенции и навыки сотрудников, провести обучение и аттестацию специалистов. Система подразумевает единоначалие, осуществляемое руководителем проекта. Руководитель проекта должен обладать профессиональным чутьем, хорошей реакцией, “прокачанными” hard and soft skills [профессиональными и социальными навыками]. Он выступает в роли единого центра постановки задач всем участникам процесса, а затем сбора подготовленной информации, готовит аналитическую информацию, на основании которой руководитель организации сможет принять финальное решение. Руководитель проекта – как диспетчер в аэропорту: “вокруг” много параметров, которые постоянно меняют реальность, и от скорости реакции зависит многое».

Как выбрать подрядчика ►

Отдельное внимание в рамках деловой программы форума было отведено критериям выбора проектировщика. «При выборе проектировщика существенным критерием является цена. При организации тендера важно проводить оценку цены, не только сравнивая участников между собой, но и имея информацию о реалистичной индикативной стоимости проектных работ, – прокомментировал **Виталий Клевцов, управляющий директор компании GREEN**. – Важно на этапе выбора проектировщика привлечь профессионального технического заказчика, который сможет не только адекватно определить параметры и критерии выбора победителя, но и проведет квалификационную оценку участников тендера». Также спикер отметил ряд опережающих индикаторов, которые на ранней стадии позволят идентифицировать будущие проблемы в части увеличения сроков и снижения качества проектной документации. «Экономия средств и времени на этапе проектирования, плохое планиро-



вание проектных работ, отсутствие времени на мобилизацию проектной команды оборачиваются кратным увеличением средств и времени на этапе строительства и ввода в эксплуатацию», – резюмировал В. Клевцов.

Эксперты также отметили, что на этапе подготовки технического задания на проектирование важно привлекать специалистов по эксплуатации. «Управляющая компания сможет проанализировать планировочные решения с точки зрения будущих пользователей, – отметил **Максим Сергеев, технический директор УК Zeppelin**. – Привлекая УК [управляющую компанию] на этапе подготовки к строительству, заказчик получит комплексную экспертизу, выполненную непосредственно эксплуатантами, будет знать, как лучше распланировать помещения для службы эксплуатации, реали-

зовать логистику внутри объекта. Кроме того, УК порекомендует, как оптимизировать инженерные решения исходя из целей заказчика».

Вопрос расчета стоимости контракта также был в зоне внимания экспертов. «Разница восприятия объективной договорной цены затрудняет ее сопоставление как с минимальной, так и с рыночной стоимостью. Поэтому крайне сложно определять объективную стоимость, которая позволяет избежать рисков превышения бюджета или даже незавершения строительства, – обратила внимание участников форума **Ольга Корона, директор направления «Инжиниринг» компании Strategy Partners**. – Для того чтобы исключить фактор разрыва восприятия договорной цены, необходима ее оптимизация на стадии формирования стоимости строи-

тельства. Формирование объективной договорной стоимости важно рассматривать с точки зрения стоимостного подхода к управлению системными рисками строительной компании».

Переходя к вопросу выбора подрядчика, спикеры отметили, что универсального решения по конфигурации требований для выбора подрядчика не существует. «Каждый заказчик выбирает исполнителей для производства работ исходя из своих индивидуальных возможностей, потребностей и толерантности к риску, – сообщил **Николай Пешков, начальник департамента строительства и управления проектами АО “Газпромбанк”**. – Рекомендуем по возможности учиться на чужих ошибках и учитывать возможные риски в условиях договора и в дорожных картах проекта до начала производства работ. С целью исключения финансовых рисков АО “Газпромбанк” прежде всего обращает внимание на необходимость использования заказчиками таких инструментов, как банковское сопровождение контрактов и/или банковская гарантия на сумму авансового платежа».

При реализации проектов в сфере строительства зачастую возникает вопрос: есть ли способ снизить риски или хотя бы своевременно на них отреагировать? «Банковское сопровождение уже не тот механизм, который существовал на рынке несколько лет назад, – отметил в своем выступлении **Алексей Москвин, начальник управления по сопровождению строительных контрактов департамента банковского сопровождения контрактов АО “Газпромбанк”**. – Сегодня это полномасштабная система управления рисками в проектах, которой активно пользуются не только банки, но и коммерческие заказчики проектов: ее потенциал велик, а технологические возможности ежегодно расширяются. Применение этого механизма дает дополнительную уверенность в том, что проект будет реализован в соответствии с изначально намеченными планами, а о любых отклонениях заказчик узнает первым».

«Девелопмент жилой недвижимости – сложный, многофакторный процесс, требующий высоких компетенций от всех участников строительства, – подчеркнул **Александр Тихонов, начальник управления финансирования строительных проектов ПАО “Совкомбанк”**. – Одним из важных этапов реализации любого инвестиционно-строительного проекта является привлечение опытного и надежного финансового

партнера, который не только предоставит финансирование на выгодных условиях, но также окажет консультационные услуги в процессе строительства. ПАО “Совкомбанк” является одним из крупнейших системообразующих банков. Он финансирует строительство более 1 млн квадратных метров и имеет значительный опыт по оказанию услуг строительного контроля, маркетингового анализа, “оздоровления” проблемных объектов. Мы предлагаем гибкий подход при определении условий финансирования для каждого застройщика».

От теории к практике ►

Мария Шилина, советник учредителя ООО «СоюзДонСтрой», обратила внимание на важность создания расширенной цифровой гидравлической модели города, которая позволяет принимать более эффективные решения в отношении проектов коммунальной инфраструктуры уже на проектно-инвестиционном этапе. «Одна из особенностей прибрежных, южных и северокавказских городов – это повышенные требования к сбору и утилизации атмосферных осадков. В последние два десятка лет количество и интенсивность дождей растет. В эпицентре серьезных ударов стихий оказываются прибрежные города (Большой Сочи, Геленджик, Адлер и другие), расположенные на сложном рельефе. Капремонт или реконструкция отдельных участков ливневой канализации не позволяют качественно улучшить ситуацию даже в рамках одного района, не говоря уже о городском масштабе. В большинстве городов отсутствуют очистные сооружения, а сети ливневой канализации охватывают только центр города или отдельные районы-новостройки. Чтобы справиться с интенсивными или затяжными дождями, необходимо создать эффективно действующие системы ливневой канализации по всем правилам новых СП [сводов правил] в масштабах города. Это возможно только при помощи гидравлического моделирования на базе разработанных комплексных компьютерных моделей рельефа города и встроенных в этот рельеф городских сетей ливневой канализации с точным учетом количества и интенсивности осадков хотя бы за 10–15 лет. В итоге на основе массива всех перечисленных данных выстраивается общая компьютерная модель города, которая позволяет моделировать движение стоков не только в самой канально-трубопроводной системе ливневой канализации,

но и по поверхности, а также отражает характер этого движения при различных вариантах выпадения атмосферных осадков. Эти сведения должны учитываться при формировании планов развития городов. В этом смысле гидромодель является обязательным цифровым документом любого города России», – отметила эксперт.

Оформление и управление ►

Важным этапом перед началом проведения работ является оформление полного пакета разрешительной документации. И в этом, безусловно, помогает портал государственных услуг. «В конце прошлого года мы модернизировали госуслугу на выдачу ордеров (разрешений) на проведение земляных работ, установку временных ограждений и размещение временных объектов. Интерактивная форма запроса как для ордеров (разрешений), так и для уведомлений была адаптирована под конкретные виды и типы проведения работ в зависимости от выбранной заявителем цели, и был актуализирован их перечень. Сократились и сроки оформления ордера при проведении аварийно-восстановительного ремонта инженерных коммуникаций, сооружений и дорог с 13 до 7 рабочих дней. Сейчас портал обеспечивает прохождение всех этапов получения государственной услуги в электронном виде – от момента регистрации до получения конечного результата, что полностью отвечает запросам жителей Москвы как динамичного мегаполиса», – прокомментировала **Алиса Кошелева, заместитель начальника управления государственных услуг и функций Объединения административно-технических инспекций города Москвы**.

«При реализации строительных проектов важно слаженное взаимодействие квалифицированных служб технического заказчика, генерального подрядчика, проектировщика, организаций производственной системы инжиниринга, – соглашается с коллегами **Пётр Степаев, директор Отраслевого центра капитального строительства (ОЦКС) Госкорпорации “Росатом”**. – На сохранение высоких темпов команды влияет в том числе внедрение в работу современных цифровых решений. Так, для каждого нашего проекта мы внедряем цифровую информационную модель, которая позволяет своевременно выявлять коллизии проектной документации, всем участникам проекта получать актуальную информацию о ходе реа-

лизации проекта в режиме реального времени, организовывать выпуск актуальной рабочей документации, обеспечивать сверку спецификаций проекта».

Дискуссия спикеров также касалась изменений внутри проекта, которые стали частым явлением в современном строительстве. «Поняв природу изменений в строительных проектах, необходимо выработать планомерную методику по исправлению ситуации, – рекомендует **Абукар Гайтукиев, руководитель проектов отдела подготовки и сопровождения строительства департамента управления строительством ГК SMART ENGINEERS.** – Ключевым инструментом в данном направлении могут служить регламенты, призванные усилить опыт сотрудников и минимизировать человеческий фактор».

«"Время не ждет!" – новый лозунг в реализации проектов в новой реальности. Максимально качественно спланированные проекты с одной стороны и быстро и качественно принятые и реализованные решения с другой – залог успеха реализации проектов в новой реальности», – убежден **Андрей Лебедев, директор по развитию функции «Капитальное строительство» ООО «Газпромнефть НТЦ».**

Чтобы все было и за это ничего не было ▶

Заключительная экспертная сессия «Право. Налоги. Финансы» была посвящена налогам и проверкам, банкротствам и причинам разорения, субсидиарной ответственности.

«Уже на начальном этапе выбора подходов к теме можно обнаружить, что как такового понятия “строительное производство” в действующем законодательстве и так называемых СП (сводов правил по проектированию и строительству) не имеется. Сам термин по-разному трактуется в доктрине. Однако верное понимание и использование термина крайне важно для описания строительства, его этапов и процесса возведения объекта в целом. Это поможет избежать заблуждений и четко охарактеризовать начало процесса строительства с использованием юридической лексики», – уверен **Алексей Шаров, управляющий партнер ООО «АВЕРТА ГРУПП».** Проблемы продолжаются и дальше – на этапе формирования договорных отношений участников строительства (производителя, девелопера, генерального подрядчика и других). Как отметил спикер, су-

дебная практика, нормы законодательства и конкретный договор по-разному могут трактовать момент, когда работы считаются завершенными. А между тем, есть юридическая тонкость в заполнении акта, его подписании и его оценке как доказательства в спорах между участниками подрядных отношений. Спикер указал на особое значение правил и сроков хранения исполнительной документации. Исходя из норм действующего законодательства и еще не вступивших в силу нормативно-правовых актов, подрядчик обязан передать заказчику вместе с результатом работы информацию, касающуюся эксплуатации или иного использования предмета договора подряда – так называемого объекта строительства. Срок хранения исполнительной документации в зависимости от объекта составляет от 25 до 100 лет. Развитие нормативно-правового регулирования вопросов хранения и распределения бремени предоставления исполнительной документации иным участникам процесса строительства крайне важно для надлежащей эксплуатации объектов капитального строительства и последующего контроля исполнения действующего законодательства при эксплуатации объекта, его реконструкции, капитальном ремонте.

«В основе возникновения любого спора, в том числе вытекающего из договора подряда, лежат разногласия сторон относительно порядка исполнения принятых на себя обязательств, – прокомментировала актуальную тенденцию **Константин Егоров, директор юридической компании ООО “Строй-КапиталКонсалтинг”.** – Наш опыт сопровождения строительства и представления интересов участников строительства в судах показал, что две наиболее частые причины возникновения споров между заказчиком и подрядчиком – это несоответствие заключенного между ними договора их собственным представлениям о том, как договор должен исполняться, а также неполное регулирование договором отношений между сторонами в процессе строительства. На этапе строительства сторонам предельно важно “фиксировать” передачу документации друг другу (новые договоренности сторон, переписка в мессенджерах – не панацея). Кроме того, важно прямо указывать на препятствия в исполнении своих обязательств (при наличии таковых) и на последствия их возникновения для результата строительства – без этого можно стать “без вины виноватым”».

Эльвира Митюкова, управляющий партнер аудиторской компании ООО «Академия успешного бизнеса» и член комиссии по профессиональным квалификациям в области бухгалтерского учета при Нацсовете при Президенте РФ по профквалификациям обратила внимание на проблемы построения взаимоотношений в строительных холдингах. Она проанализировала вопросы дробления бизнеса, рассказала, как снизить риски доначислений НДС при заключении договоров с субподрядчиками, в том числе напрямую от заказчика-застройщика, минуя генерального подрядчика. Спикер рассмотрела рабочие варианты того, как обойти спорные вопросы в этой проблеме. «Так, в соответствии с частью 1 статьи 706 ГК РФ [Гражданского кодекса Российской Федерации], если из закона или договора подряда не вытекает обязанность подрядчика выполнить предусмотренную в договоре работу лично, подрядчик может привлечь к исполнению своих обязательств другие лица (других субподрядчиков). В этом случае подрядчик выступает в роли генерального подрядчика. Однако риски признания застройщика генподрядчиком можно обойти, так как в соответствии с частью 4 статьи 706 ГК РФ с согласия генерального подрядчика заказчик вправе заключить договоры на выполнение отдельных работ с другими лицами напрямую», – поделилась с участниками форума Э. Митюкова.

Давид Кононов, руководитель направления «Сопровождение процедур банкротства и антикризисный консалтинг» компании «Лемчик, Крупский и Партнеры» разобрал в своем выступлении вопросы о том, кого привлекают к субсидиарной ответственности и кто несет риски помимо собственника. Также спикер раскрыл вопрос о том, как минимизировать риски субсидиарной ответственности, если признаки несостоятельности уже появились, рассказал, как классическая структура строительного бизнеса может стать причиной банкротства всей группы компаний, и дал ряд рекомендаций, которые помогут скорректировать бизнес-операции и минимизировать риски. «Работайте с активами компании и исключайте спонтанность. Подготовьте дорожную карту, которая позволит защитить имущество при наступлении стрессовой ситуации. Важно соблюдать правила деликатных действий:

всегда проводите оценку актива перед покупкой/продажей. Фиксируйте все договоренности в протоколах встреч, чтобы в случае наступления кризисных ситуаций у вас были документальные обоснования того или иного бизнес-решения. Разработайте «План Б» и проверяйте контрагентов: проанализируйте финансовые показатели компании на конкретную дату, изучите кредиторскую и дебиторскую задолженность и сформируйте план действий на случай, если указанные элементы станут очевидной причиной банкротства компании. Проводите банкротную процедуру Due diligence [обеспечение должной добросовестности, независимый сбор объективной информации и экспертную оценку сведений об продаваемом активе] каждой сделки с целью исключить риск оспаривания в будущем», – отметил Д. Кононов.

Общие итоги ►

В IV Ежегодном отраслевом форуме «Управление строительством в России. Строительный бизнес: перезагрузка 2023» приняли участие более 400 делегатов – представители крупнейших российских инвесторов и заказчиков строительства: ПАО «Газпром нефть», ООО «ЕВРАЗ», ПАО «Северсталь», АО «Алроса», Госкорпорация «Росатом», АО «Российские космические системы», АО «Трансмашхолдинг», АО «Русал», АО «Россети ЦТЗ», ООО «Интер РАО – Центр управления закупками», государственная компания «Автодор», государственная корпорация «Ростех», Центральная Банк РФ, ПАО «Сбербанк», ПАО «Промсвязьбанк», АО «Газпромбанк», ПАО «Совкомбанк», ООО «Рейвен Раша Проперти Эдвайзорз», АО «Корпорация Туризм.РФ», ООО «Ашан», АО «ВИТ» («Вкусно – и точка»), ООО «Х5-РИТЕЙЛ ГРУПП», ООО «Галс-Девелопмент», ПАО «Инград», ООО «Левел Групп», ООО «А Продакст Девелопмент», ЗАО «О1 Пропертиз Менеджмент», ООО «ГК «Чёрное Море», АО УК «Аэропорты Регионов», ООО «УК «Роснано»», АО «МХК «ЕВРОХИМ»», ООО «Удоканская медь», АО «Стойленский ГОК», ПАО НК «Русснефть», ПАО «Мечел», АО «Фармстандарт», АО «Медскан», ПАО «Татнефть» и др.


«Проведенный форум помог нам и нашим коллегам признать многие проблемы, сопутствующие реализации сложных проектов. Учитывая поддержку от разных участников строительной отрасли, в том числе от Минстроя Рос-



сии, можно быть уверенным, что данное мероприятие поможет также сформировать дорожную карту повышения общего качества строительства», – резюмировал **Вагиф Магеррамов, директор департамента управления строительством ГК SMART ENGINEERS.**

«Сегодня строительная отрасль сталкивается с вызовами, преодолеть которые можно значительно повысить ее эффективность и увеличить вклад в экономику страны. Существенное повышение эффективности использования средств, вовлеченных в инвестиционно-строительный цикл, возможно за счет системных и скоординированных мер повышения эффективности управления проектами. И в подготовке этих мер активное участие должны принимать непосредственно участники рынка. Поэтому было очень приятно видеть такое большое и рекордное количество участников форума, среди которых были не просто эксперты, а, самое главное, практики в области управления инвестиционно-строительными проектами. Это и представители заказчиков, инвесторы, подрядные и проектные организации, крупнейшие инжиниринговые компании, представители органов власти и регуляторы. Мы уверены, что возможность знакомства, общения, обмена опытом на таких экспертных площадках позволяет существенно повысить компетентность и, что очень важно, качество управленческих решений, которые ежедневно приходится принимать

в рамках реализации проектов», – отметил **Хусейн Плиев, генеральный директор ГК SMART ENGINEERS.**

«Форум еще раз доказал, что стал единственной полноценной площадкой для обсуждения вопросов управления строительством в нашей стране. Количество участников, контент выступлений, реальная практика и самые актуальные вопросы говорят о том, что интерес к этой теме среди заказчиков вырос. Все хотят реализовать свой строительный проект максимально качественно и эффективно. На форуме было подписано два знаковых для всей отрасли соглашения: первое – рамочное соглашение о консолидации российских инжиниринговых компаний для выработки единых стандартов работы, второе – соглашение о пилотировании цифрового сервиса по исполнительной документации Dacon между разработчиком (ООО «Цифровые решения в строительстве»), инжиниринговой компанией «Стройвизор» и инспекцией государственного строительного надзора Воронежской области, что означает, что цифровизация строительной отрасли набирает обороты и идет в конкретные проекты. Уверен, что форум уже оказал большое влияние на всех участников, что, безусловно, приведет к повышению эффективности реализации строительных проектов в нашей стране», – подвел итоги **Алексей Никитин, председатель совета директоров ГК SMART ENGINEERS.** 

Справочно о форуме «Управление строительством в России. Строительный бизнес: перезагрузка 2023»

Организатор форума: ГК SMART ENGINEERS при поддержке Минстроя России.

Генеральный информационный партнер: ИД «Коммерсантъ».

Генеральный партнер: ГК «ПРАЙМКЕЙ».

Стратегические партнеры: ПАО «Совкомбанк», компания «Строй Техно Инженеринг», управляющая компания Zerpelin, ООО «Цифровые решения в строительстве» (совместное предприятие ГК SMART ENGINEERS и фирмы «1С»).

Партнеры: компания «АВЕРТА ГРУПП», фирма «1С», ООО «СоюзДонСтрой».

Экспоненты (участники) выставки решений и технологий: сервис DACON (который разработало ООО «Цифровые решения в строительстве» – совместного предприятия ГК SMART ENGINEERS и фирмы «1С»); программный комплекс «1С:ВМ 6D» (фирма «1С»); IT-платформа «ОКО Управление строительством» (ООО «Инфо контрактор»); «МРС Платформа 1.0» (ООО «Мобильные решения для строительства»); Project Point – цифровая среда управления проектированием и строительством (компания Project Point); PlanRadar – цифровое решение для строительных проектов (компания PlanRadar Software Trading L.L.C); проектное финансирование, льготное кредитование, банковские гарантии (ПАО «Совкомбанк»); системы опалубки строительных лесов (ООО «ПЕРИ»); проектирование медицинских учреждений и консалтинг (компания «АМГ-Проект»); информационно-правовое обеспечение «ГАРАНТ» (компания «Гарант»).

Деловые партнеры: Объединение административно-технических инспекций города Москвы; Национальное объединение организаций в сфере технологий информационного моделирования (НОТИМ); НП «Российская гильдия управляющих и девелоперов» (РГУД); Ассоциация индустриальных парков России (АИП России); Национальное объединение технологических и ценовых аудиторов (НО ТЦА); рейтинговое агентство «Эксперт РА»; Национальное объединение специалистов по безопасности бизнеса; АНО «Научно-консультационный центр “Образовательные системы и проекты”»; центр конференций «Сегодня»; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС); Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); Государственный университет управления (ГУУ).

Информационные партнеры: отраслевой журнал «Вестник»; издание «Строительная газета»; интернет-портал «Строительный эксперт»; агентство новостей «Строительный Бизнес»; отраслевой журнал «Строительство»; федеральное отраслевое издание «Российский строительный комплекс»; сетевое издание «Все о стойке»; издание «Цифровое Строительство»; CUD.NEWS (ИА «Центр Градостроительного Развития»); информационно-новостной портал «Сектор медиа»; журнал «Архитектура и строительство»; НП «АВОК»; холдинг «СБК. Спорт Бизнес Консалтинг»; портал Urbanus.ru; газета профессионального сообщества изыскателей России «Вестник инженерных изысканий»; научно-технический журнал «Инженерные системы»; всероссийский отраслевой журнал «Строительная Орбита»; международный промышленный портал «ПВ.РФ»; информационно-аналитический портал «Арендатор.ру»; научно-технический и производственный журнал «Промышленное и гражданское строительство»; международный выставочный портал ExpoClub.ru; независимый электронный журнал «ГеоИнфо»; информационно-рекламное издание «Техсовет»; новостной портал «ASN-info»; электронный ресурс «Здания высоких технологий»; издательство «АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД»; информационно-торговая система «Сделано в России»; сетевое издание GR News; ГБУ «Мосстройинформ»; портал «СтроимПросто»; издательство «Композит XXI век»; информационный портал «Архитектура Сочи»; журнал «Имущественные отношения в РФ»; журнал «Строительные материалы»; интернет-издание «Всероссийский горно-строительный дайджест»; журнал «Жилищное строительство»; журнал «Дороги. Инновации в строительстве»; журнал «Автомобильные дороги».



Telegram-канал журнала

Независимый электронный журнал
ГеоИнфо

- Новости
- Статьи
- Обсуждения

<https://t.me/geoinfonews>



ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОНОМИЧНЫХ АРМОГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ СЕМЕЙСТВА «ТЕРРАМЕШ»

КУКЛО И.А.

Директор по маркетингу компании
«Маккаферри СНГ»
info@ru.maccaferri.com

АННОТАЦИЯ

Итальянская транснациональная компания Maccaferri («Маккаферри») разрабатывает эффективные и экологически безопасные проектные решения и производит продукцию для строительной, геоинженерной и горнодобывающей отраслей на основе обычных габионов и габионов матрацного типа, георешеток, геотекстиля, геокомпозитных материалов, сочлененных железобетонных блоков и пр. «Маккаферри» предлагает уникальные инновационные системы для армирования грунтов, укрепления берегов, снижения рисков стихийных бедствий и т. д. При этом желаемые результаты могут быть получены только в случае адекватных инженерных изысканий на месте, правильного выбора продукции, подходящего и точного проектирования, а также соблюдения необходимых технологий во время строительства.

«Маккаферри» с 1994 года имеет подразделение в России, представительства в остальных странах СНГ и собственный завод в Московской области (maccaferri.com/ru/).

Предлагаем читателям ознакомиться с системами семейства «Террамеш» от «Маккаферри» для экономичного возведения эффективно работающих армогрунтовых подпорных стенок, армированных откосов и насыпей при строительстве дорог

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

армогрунтовые сооружения; компания «Маккаферри»; системы семейства «Террамеш».

ON EFFICIENT AND ECONOMICAL REINFORCED SOIL STRUCTURES BASED ON THE SYSTEMS OF THE “TERRAMESH” FAMILY

KUKLO I.A.

Marketing director of the “Maccaferri CIS” company
info@en.maccaferri.com

ABSTRACT

The Italian “Maccaferri” multinational company develops efficient and environmentally friendly design solutions and manufactures products for the construction, geoen지니어ing and mining industries based on conventional gabions and mattress-type gabions, geogrids, geotextiles, geocomposites, connected reinforced concrete blocks, etc. This company offers unique innovative systems for soil reinforcement, bank and coast protection, disaster risk reduction, etc. At that, the desired results can only be obtained with adequate site investigations, proper product selection, suitable and accurate design, and adherence to the necessary technologies during construction.

Since 1994, the “Maccaferri” company has had a division in Russia, representative offices in other CIS countries and its own plant in the Moscow region (maccaferri.com/ru/).

We invite readers to get some information about the systems of the “Terramesh” family produced by the “Maccaferri” company for the construction of efficiently working retaining walls, embankments and slopes of reinforced soil for road construction with money and time saving.

KEYWORDS:

reinforced soil structures; “Maccaferri” company; systems of the “Terramesh” family.

Введение ▶

Весьма востребованные системы армирования грунтов, существующие в настоящее время в мире, уже доказали свою эффективность при строительстве и эксплуатации дорог в сложных и стесненных условиях. На сегодняшний день в результате санкций такие продукты стали особенно необходимыми на внутреннем российском рынке.

На выбор наиболее эффективной армогрунтовой системы влияет множество факторов – прежде всего способность выдерживать проектные нагрузки, долговечность, а также экономия времени и средств при строительстве и эксплуатации. Поэтому правильный выбор такой системы для конкретных, в том числе неблагоприятных, условий чрезвычайно важен.

Ряд задач, связанных с ограничениями, возникающими в процессе возведения подпорных сооружений и насыпей при строительстве дорог, способны решить по крайней мере три ключевых продукта семейства «Террамеш» от компании «Маккаферри».

Отметим, что итальянская транснациональная компания Maccaferri («Маккаферри») с 1994 года имеет подразделения в РФ, представительства в остальных

странах СНГ и собственный завод в Московской области (maccaferri.com/ru/), и у нее есть почти тридцатилетний опыт успешной работы с разными армогрунтовыми решениями в России.

Преимущества армогрунтовых систем семейства «Террамеш» ▶

Для удержания грунта используют в том числе гравитационные подпорные стены и армогрунтовые конструкции.

Армогрунтовые системы семейства «Террамеш», разработанные и производимые компанией «Маккаферри», представляют собой модульные конструкции (из элементов заводского изготовления, выполненных из сетки двойного кручения), которые используются для создания механически укрепленных сооружений из насыпного грунта. Их применение особенно актуально, если сооружение должно выдерживать экстремальные нагрузки и/или если строительство ведется в сейсмоактивных районах.

Три основные системы семейства «Террамеш» – это собственно «Террамеш», «Зеленый Террамеш» и «Террамеш Минерал». Они похожи между собой, но используются в разных ситуациях и выполняют разные специфиче-

ские задачи. При этом их объединяют следующие общие преимущества.

1. *Прочность системы в целом.* Облицовочная грань и армирующая панель модуля, являющегося основой системы, изготовлены в виде единой конструкции без каких-либо соединений, что обеспечивает ее высокую прочность.

2. *Возможность закладывать коммуникации внутри тела армогрунтового сооружения.* Используется сетка двойного кручения, которая не распускается при локальных повреждениях, поэтому не возникнет проблем при пересечении армирующих элементов с инженерными коммуникациями, заложенными внутри тела насыпи.

3. *Увеличенный срок службы системы за счет покрытия «Полимак».* Для проволоки, из которой изготавливается сетка, используется инновационное полимерное покрытие «Полимак», характеризующееся высокой стойкостью к истиранию, ультрафиолетовому облучению, низким температурам и воздействиям агрессивных химических веществ (кислот, щелочей и пр.). Это значительно увеличивает срок службы сеток.

4. *Долговременное сохранение расчетной прочности.* Длительность сохранения расчетной прочности продук-



Рис. 1. Схематичное изображение устройства армированного сооружения на основе системы «Террамеш» и преимущества этой системы

тов составляет 120 лет. Этот параметр определяется по формулам из нормативных документов с учетом всех коэффициентов запаса прочности.

5. *Отсутствие ограничений по высоте армированных сооружений.* Особенно высокие армированные конструкции на основе систем семейства «Террамеш» можно создавать в сочетании с геосинтетическими парапродуктами компании «Маккаферри», что дополнительно увеличит прочность таких сооружений.

Система «Террамеш» (классическая) ▶

Широко известная на мировом рынке и в РФ система «Террамеш» представляет собой модульную систему для устройства армированных подпорных стенок, которая монтируется из предварительно собранных блоков. Эти блоки изготавливают из сетки двойного кручения с размером ячейки 8 см x 10 см. Лицевая часть стенки состоит из коробчатых габионов, каждый из которых имеет сзади «хвост» для армирования насыпи – панель, которая засыпается грунтом. Для заполнения габионов используют твердые камни (угловатые или круглые) размером в среднем от 100 до 200 мм (не менее 50 мм и не более 250 мм).

Чтобы лицевая сторона стенки была ровной, при монтаже блоков используют опалубку.

На границе тыльной стороны блоков и грунта обратной засыпки укладывают нетканый геотекстиль, чтобы предотвратить проникновение мелких частиц грунта в тела коробчатых габионов, заполненных каменным материалом, и



Рис. 2. Армированное сооружение каскадного типа на основе системы «Террамеш» на обходе г. Воронежа на 507 километре трассы М4 «Дон»

при этом избежать увеличения гидростатического давления на заднюю сторону габионной конструкции (рис. 1).

В качестве яркого примера оптимального использования системы «Террамеш» в дорожном строительстве в стесненных условиях можно привести создание развязки на обходе г. Воронежа на 507 километре трассы М4 «Дон». В этом случае на основе системы «Террамеш» была устроена подпорная стенка каскадного типа: одна часть – для съезда, вторая – для основной дороги (рис. 2).

Система «Зеленый Террамеш» ▶

«Зеленый Террамеш» представляет собой экологичную модульную систему. Ее используют для строительства армированных откосов и насыпей с озелененной лицевой стороной преимущественно в южных регионах России, где

растительный покров образуется быстрее и лучше.

Модули этой системы выполнены из сетки двойного кручения с размером ячейки 8 см x 10 см. Их дополнительно усиливают панели из сварной металлической сетки на лицевой стороне. Конструкция из сборных модулей легко монтируется на месте. Облицовку под заданным углом поддерживают распорки. Нужный угол наклона лицевой грани (45, 60, 65, 70 град.) задают специальные треугольники.

Не вертикальная, а наклонная лицевая сторона системы вместе с использованием геоматов или биополотен и слоя плодородного грунта (почвы) толщиной 30–50 см, уложенного под ними, способствуют ускорению образования естественного растительного покрова (рис. 3).



Рис. 3. Схематичное изображение устройства армогрунтового сооружения на основе системы «Зеленый Террамеш» и преимущества этой системы

В качестве яркого примера можно привести использование системы «Зеленый Террамеш» для ликвидации ошибки проектного решения при строительстве одного из дорожных тоннелей в Грузии. При реализации проекта были выполнены вертикальная подрезка горы и искусственное удлинение тоннеля с обеих сторон на 60 м. После завершения строительства подрезанная часть горы стала неустойчивой, а выполаживание склона уже не представлялось возможным. Эту проблему удалось решить с помощью устройства армогрунтового сооружения на основе системы «Зеленый Террамеш», которое обеспечило устойчивость сползающего склона и гармонично вписалось в существующий ландшафт после его озеленения (рис. 4).

Система «Террамеш Минерал» ▶

«Террамеш Минерал» идеально подходит в тех случаях, когда важна не только несущая способность армогрунтового сооружения, но и его эстетичный современный вид. К тому же эта система отличается экономичностью и сравнительно высокой скоростью возведения: для заполнения блоков требуется на 30–40% меньше каменного материала по сравнению с классической системой «Террамеш».

В своей основе система «Террамеш Минерал» аналогична системе «Зеленый Террамеш». На лицевой стороне армогрунтового сооружения устанавливаются панели из оцинкованной сварной сетки.



Рис. 4. Армогрунтовое сооружение на основе системы «Зеленый Террамеш» (Грузия)

«Террамеш Минерал» поставляется в предсборанном состоянии, что существенно сокращает время на проведение монтажных работ, а также способствует большей точности возведения. Угол наклона лицевой грани армогрунтового сооружения может достигать до 87 град., то есть передняя сторона подпорной стенки получается почти вертикальной (рис. 5, 6).

Гибридные конструкции ▶

Для строительства высоких армогрунтовых сооружений используются гибридные конструкции, когда системы семейства «Террамеш» сочетаются с парапродуктами от компании «Маккаферри» – высокопрочными геосинтетическими материалами, дополнительно армирующими тело насыпи.

Модули «Террамеш» отлично сочетаются с георешетками «Паралинк» и

«Парагрид». А при использовании для засыпки местного грунта с повышенным водонасыщением лучше использовать уникальные георешетки «Парадрейн». Они также устойчивы к высоким нагрузкам, но в центре каждой ленты находится дренажная канавка, защищенная термоскрепленным геотекстилем, что помимо основного дренажа способствует дополнительному отводу воды из тела насыпи (рис. 7).

Комбинирование продуктов компании «Маккаферри» весьма экономично и обеспечивает очень высокую эффективность работы для решения задач любого уровня сложности по сравнению со многими другими технологиями.

Заключение ▶

Армогрунтовые сооружения могут создаваться в условиях ряда ограниче-



Рис. 5. Схематическое изображение устройства армогрунтового сооружения на основе системы «Террамеш Минерал» и преимущества этой системы

ний, например при слабых грунтах оснований, стесненном пространстве для работ, суровом климате, наличии сейсмоопасности и т. д. Но они в любом случае должны выдерживать проектные нагрузки и быть долговечными, поэтому выбор наиболее эффективной системы для армирования грунта в каждом конкретном случае чрезвычайно важен. Не менее важно выбрать систему, покупка и использование которой для строительства отнимет минимальное количество времени и денег. Этим критериям вполне отвечают три ключевых продукта компании «Маккаферри», о которых шла речь в настоящей статье. **И**

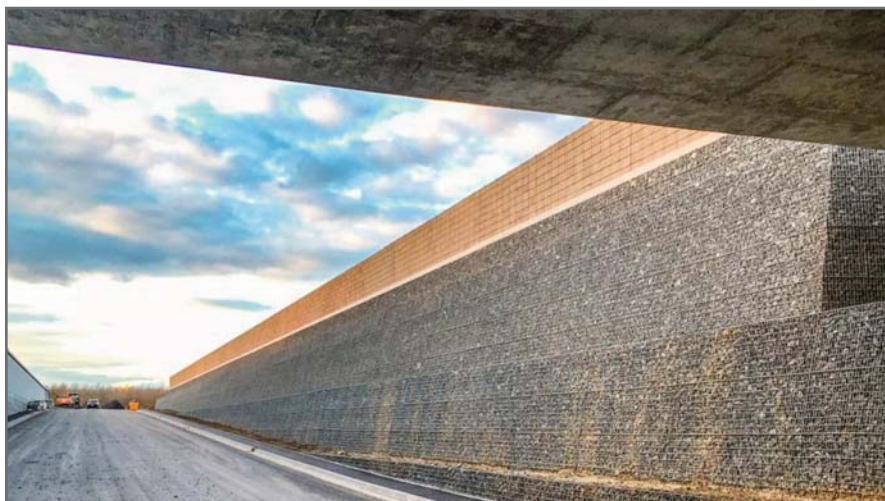


Рис. 6. Пример армогрунтового сооружения на основе системы «Террамеш Минерал»

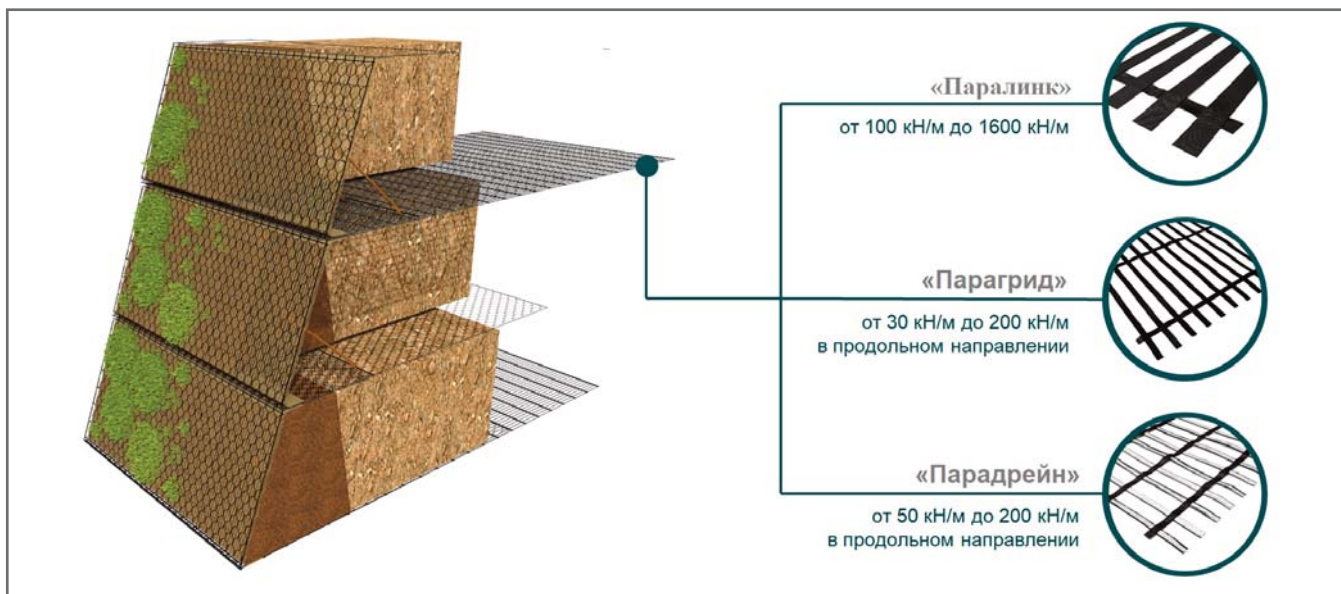


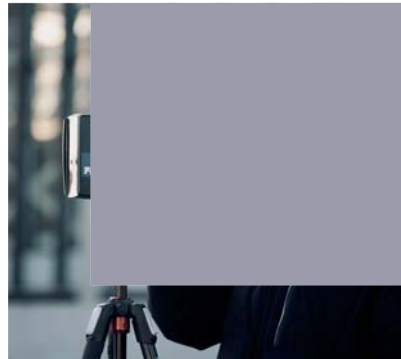
Рис. 7. Схематическое изображение устройства комбинированного армогрунтового сооружения на основе системы семейства «Террамеш» в сочетании с георешетками «Паралинк», «Парагрид» или «Парадрейн» с указанием прочности этих решеток

Комплекс проектно-изыскательских работ



**инженерно-
геологические
изыскания**

**геотехническое
проектирование**



**техническое
обследование
зданий**

**геотехнический
мониторинг**



www.olimproekt.ru

+7 (495) 795 24 46

office@olimproekt.ru

Источник фото: Pixabay.com



ОПАСНА ЛИ **ТЯЖЕСТЬ** НЕБОСКРЕБОВ КОМПЛЕКСА «МОСКВА-СИТИ»?

ВАСИН МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ
Обозреватель

АННОТАЦИЯ

В последнее время в интернет-публикациях стали появляться заметки (например, [1, 2]), рассказывающие об исследованиях американских специалистов, которые приходят к выводу, что территория Нью-Йорка опускается относительно уровня моря вдвое быстрее, чем во всем мире (в среднем на 1–2 мм в год), то есть это происходит скорее всего не только из-за повышения уровня моря и откачки подземных вод, но и из-за прогиба земной коры под тяжестью огромного количества небоскребов. А все это может нести определенную угрозу для прибрежных частей города в будущем (повысить риски наводнений, снизить устойчивость зданий из-за воздействия соленой воды и даже вызвать постоянное затопление некоторых участков).

И вот уже на ненаучных веб-форумах и в некоторых веб-заметках российские журналисты начали высказывать подобные опасения по поводу территории комплекса небоскребов «Москва-Сити» и других участков столицы, стремительно застраиваемых высотками (например, [3] и др.).

В предлагаемой сегодня обзорной статье мы попытаемся развеять эти страхи. А также рассказать или напомнить о некоторых интересных фактах по поводу «Москвы-Сити».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ММДЦ «Москва-Сити»; геотехническая безопасность; мониторинг; карст; неравномерные осадки.

IS THE **WEIGHT** OF THE SKYSCRAPERS OF THE MOSCOW CITY COMPLEX DANGEROUS?

VASIN MIHAIL

Special correspondent

ABSTRACT

Recently in Internet publications (for example, [1, 2]), there have appeared notes telling that, in accordance with some American specialists' investigations, the territory of New York is sinking relative to the sea level twice as fast as in the whole world (on average by 1–2 mm per year). That is, this is most likely not only due to the sea level rise and due to pumping of groundwater but also due to the deflection of the Earth crust under the weight of a huge number of skyscrapers. And all this may pose a certain threat to the coastal parts of the city in the future (it can increase flood risks, reduce the stability of buildings due to exposure to salt water, and even cause permanent flooding of some areas).

And now, in some notes at unscientific web forums and in some web articles, Russian journalists have begun to express similar concerns about the territory of the Moscow City skyscraper complex and other parts of the capital that have been rapidly built up by high-rise buildings (for example, [3], etc.).

In the review article offered today, we will try to dispel these fears, and also to tell or remind about some interesting facts about the "Moscow City" complex.

KEYWORDS:

MIBC "Moscow-City"; Moscow International Business Center; geotechnical safety; monitoring; karst; differential settlements

Введение ►

Многим известно о гляциоизостатическом опускании земной коры (ее прогибах внутрь подкоркового субстрата земной мантии) под внутренними частями ледниковых покровов Антарктиды (толщиной до 4,8 км) и Гренландии (мощностью до 3 км). А также о том, что в последний ледниковый период это происходило со многими частями континентов, в результате чего теперь, освободившись ото льда, они испытывают медленное изостатическое поднятие (например, Канада и Скандинавия [4, 5]). В значительно меньших масштабах опускание возможно под очень крупными и глубокими водохранилищами [6].

Сейчас также стало появляться много публикаций (например, [7–9]) о том, что территории некоторых мегаполисов (например, Нью-Йорка, Джакарты) с большим количеством небоскребов, расположенных на океанических побережьях, могут быть когда-нибудь затоплены в нижней части не только из-за подъема уровня моря, проседания суши из-за откачек грунтовых вод и уплотнения грунтов, но и (в наименьшей степени) из-за погибов земной коры. Последние имеют очень небольшие величины,

но в сочетании с первыми тремя причинами они со временем могут сыграть отрицательную роль для городских участков с очень низкими высотными отметками.

Но это не тот случай для Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити» в столице России, хотя опасения о его опасной тяжести для земной коры иногда и высказываются в интернете. Дело в том, что Москва находится во внутренней части древнейшей и мощнейшей Восточно-Европейской (Русской) платформы в составе огромной Евразийской тектонической плиты и далеко от моря.

Однако Москва в отличие, например, от Нью-Йорка стоит не на особо прочных скальных грунтах, а на гораздо более слабых глинах, мергелях и известняках, закрытых сверху дисперсными грунтами [10, 11]. Если не говорить об оползневых процессах, например на склонах Москвы-реки, или о суффозионных процессах, связанных с дисперсными грунтами, то такие скальные грунты, как известняки, которые могут быть опорой для высоток, на значительных территориях Москвы залегают достаточно глубоко (до 30–40 м и более), характеризуются довольно низкими по-

казателями прочности, значительной неоднородностью, трещиноватостью и подверженностью карстовым процессам в результате фильтрации подземных вод [12, 13].

И все же, по мнению ученых, хотя из-за грунтовых условий это и трудно, строить небоскребы в Москве можно, если правильно использовать современные технологии. Большая тяжесть высоток приводит к необходимости использовать в качестве их оснований более прочные грунты и создавать для них фундаменты глубокого заложения. При этом необходимо проводить детальнейшие инженерные изыскания, по их результатам тщательно проектировать подготовку грунтовых оснований и создание фундаментов, использовать качественные материалы и не допускать ошибок при строительстве [12–14].

Что касается сейсмической опасности, то территория Москвы относится к наиболее благополучным на нашей планете. Научные прогнозы говорят о том, что по крайней мере в ближайшие 10 тысяч лет московским небоскребам не будут угрожать серьезные подземные толчки [10]. Хотя некоторую сейсмическую опасность и соответствующую сейсмостойкость зданий, особенно вы-

сотных, и здесь необходимо учитывать (вспомним хотя бы разрушительное землетрясение в Румынии 1977 года, достаточно ощутимые толчки от которого наблюдались даже в Москве [15, 16]).

Для возведения ММДЦ «Москва-Сити» недалеко от центра Москвы был выбран наилучший с геотехнической точки зрения участок для строительства небоскребов, где известняки залегают не очень глубоко.

Впрочем, следует отметить, что нынешний мэр Москвы Сергей Собянин позже назвал выбор данного места градостроительной ошибкой, но не по инженерно-геологическим причинам [17]. Дело в том, что основную задачу «увода» из исторического центра офисов, машин и нового строительства этот грандиозный комплекс не решил и к тому же потребовал вложения слишком больших средств в подготовку территории. В результате многое, особенно связанное с транспортной инфраструктурой, пришлось исправлять и исправляется до сих пор.

При инженерных изысканиях на предполагаемой площадке строительства было пробурено более 300 инженерно-геологических скважин. И результаты исследований подтвердили безопасность правильно спроектированного строительства на выбранном участке [18].

Специалисты, конечно, понимали, что существует огромный риск неравномерных чрезмерных осадок и кренов высотных зданий, фундаменты которых опираются на известняки. К тому же глубокие фундаменты должны были пересечь водоносные горизонты и изменить гидрогеологические условия. Все это необходимо было учесть при проектировании фундаментов и объектов ММДЦ в целом. При этом не только тщательно забетонировать уже выявленные трещины и карстовые пустоты (или суффозионные пустоты в известняковых слоях, прослоях и линзах), но и вести тщательный гидрогеологический, геотехнический и геодезический мониторинг грунтового основания комплекса (прежде всего силами НИЦ «Строительство» НИИОСП им. Н.М. Герсеванова) при строительстве и эксплуатации, чтобы вовремя предпринимать необходимые меры по стабилизации в случае необходимости.

Чтобы подкрепить сказанное, обратимся к материалам статьи «Геотехнические особенности строительства Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити»» [19],

которую в свое время написали Валерий Петрович Петрухин (директор НИИОСП им. Н.М. Герсеванова с 2006 по 2014 год) и Олег Александрович Шулятьев (заместитель директора по научной работе и заведующий лабораторией освоения подземного пространства городов НИИОСП им. Н.М. Герсеванова). Попутно привлечем также информацию из множества других источников.

Общая информация о комплексе «Москва-Сити» ▶

В 1991 году московские власти поняли, что центр столицы, объекты которого подлежат сохранению, уже не может дальше развиваться. Поскольку небоскребы вмещают намного больше жилых, офисных и других помещений на небольших участках земли, в 1991 году по решению Правительства Москвы на основании концепции, предложенной архитектором Борисом Тхором и пятью его коллегами, было начато проектирование, а в 1993 году – строительство ММДЦ «Москва-Сити» на Краснопресненской набережной в излучине Москвы-реки всего в четырех километрах от Кремля.

Сначала в течение нескольких лет шла подготовка территории, на которой до этого находилась большая промзона (а до этого – каменоломни).

В 1996 году началось строительство моста «Багратион» через р. Москву и башни «2000», соединенной с восточным берегом моста и расположенной на другом берегу относительно остальной части комплекса. Мост был сдан в 1997 году, а башня – только в 2001-м, поскольку в связи с недостатком финансирования проект был на какое-то время практически заморожен.

В 2009 году из-за всемирных финансовых проблем опять наступило замедление работ. Их окончание изначально было запланировано на 2020 год, но на деле они затянулись. Строительство до сих пор продолжается, хотя большая часть объектов уже активно функционирует.

В 2019 году в составе комплекса «Москва-Сити» и включающего его более обширного проекта «Большой Сити» началось строительство ЖК «Хедлайнер» из 10 высотных зданий и 109-этажного жилого комплекса «Ван Тауэр», в 2020 – офисного небоскреба «Ай-Сити» из двух башен, в 2023-м – 85-этажного ЖК «Дом Дау». Кроме того, в 2022 году был анонсирован проект 400-метровой башни «Палитра».

Башни комплекса «Москва-Сити» так спроектированы и построены, что для них не опасно некоторое раскачивание от ветра и они спокойно выдержат землетрясения, возможные в данном районе. Они имеют мощные внутренние железобетонные «стержни» и отдельные аутригерные ярусы, которые перераспределяют нагрузки, постепенно передавая их ниже вплоть до очень глубоких фундаментов и их грунтовых оснований.

Каждый строительный проект ММДЦ проходил тщательную проверку и получил положительное заключение государственной экспертизы.

Первоначальные архитектурные задумки (например, рис. 1) менялись в зависимости от инвестирования и других условий. Прежде всего из-за экономических трудностей одиннадцать изначально запланированных проектов ММДЦ и тем более множество грандиозных и прекрасных концептуальных предложений не было реализовано (в том числе не была построена башня «Россия» высотой, по разным предложениям, от 600 до 744,5 м, а на ее месте были возведены торговый центр и комплекс «Нева Тауэрс»). Многие другие проекты были реализованы лишь частично или с изменениями (например, по первому проекту комплекс «Федерация» должен был напоминать корабль с мачтой и двумя парусами) [19–26].

Все имеющиеся к сегодняшнему дню объекты ММДЦ «Москва-Сити» (рис. 2) возводились по индивидуальным проектам лучших архитекторов России и мира. Это комплекс уникальных высотных зданий, расположенных компактно на сравнительно небольших расстояниях друг от друга. Он объединяет бизнес-офисы, апартаменты, помещения для торговли и досуга и, как уже говорилось, до сих пор продолжает строиться. Поначалу планировалось возвести 19 зданий за 10–15 лет [12, 13, 27, 28].

На сегодняшний день в состав комплекса «Москва-Сити» входят уже построенные башни или их комплексы (в порядке уменьшения высоты, а не ввода в эксплуатацию):

- «Федерация» (башня «Восток» – 374 м, 97 этажей; башня «Запад» – 242 м, 63 этажа) с одним общим стилобатом – шестиэтажным атриумом;
- «ОКО» (комплекс зданий, «объединенных кристаллом основания», высотой до 354 м, до 85 этажей);
- «Нева Тауэрс» (345 м, из двух башен в 68 и 79 этажей);

- «Меркурий-Сити» (339 м, 75 этажей);
- «Евразия» (309 м, 72 надземных и 5 подземных этажей);
- «Город Столиц» (башня «Москва – 302 м, 76 этажей; башня «Санкт-Петербург» – 257 м, 65 этажей);
- «На набережной» (268 м, 59 этажей);
- «Эволюция» (255 м, 54 этажа);
- «Империя» (239 м, 60 этажей);
- «IQ квартал» (173 м, 43 этажа);
- «Северная» (132 м со шпилем, 108 без шпиля, 27 этажей);
- «2000» (104 м, 34 этажа).

В комплекс также входят сданный первым мост «Багратион», выставочный комплекс «Экспоцентр» (павильоны высотой до 10,1 м и выше) и комплекс «Центральное Ядро».

В подземную часть «Центрального ядра» входят: три станции метро (в том числе «Выставочная»), автостоянка на 2750 машиномест, VIP-стоянка, технические помещения, торговый комплекс. В наземную часть ядра входят: торгово-развлекательный комплекс «Афимолл Сити» (53 м, 6 этажей), киноконцертный зал на 6 тысяч человек и гостиница.

Каждый небоскреб «Москвы-Сити» возводился по 4–5 лет. В процессе строительства находится еще пять объектов. Общий объем инвестиций в создание ММДЦ уже к 2014 году составлял более 12 млрд долларов США [4, 7, 12, 14, 19, 25, 27, 28, 30].

Условия площадки строительства ▶

Территория комплекса «Москва-Сити» находится на левобережной пойме Москвы-реки и частично на первой надпойменной террасе на расстоянии от 70 м от берега и более. Изначально ее поверхность имела высотные отметки от 124,3 до 128,0 м.

Площадка имеет сложный слоистый геологический разрез, состоящий из отложений четвертичной, юрской и каменноугольной систем (рис. 3). В ее пределах выделено четыре водоносных горизонта с безнапорным и напорным (часто значительным) режимами фильтрации подземных вод, с различной водопроницаемостью и трещиноватостью водовмещающих грунтов. Гидрогеологические условия осложняются близким расположением Москвы-реки [19].

Четвертичные отложения включают следующие грунты:

- техногенные (насыпные супеси, суглинки и пески с содержанием городского мусора, обломков кирпичей и бетона);
- аллювиальные (суглинки, супеси и пески, в том числе с гравием и галькой

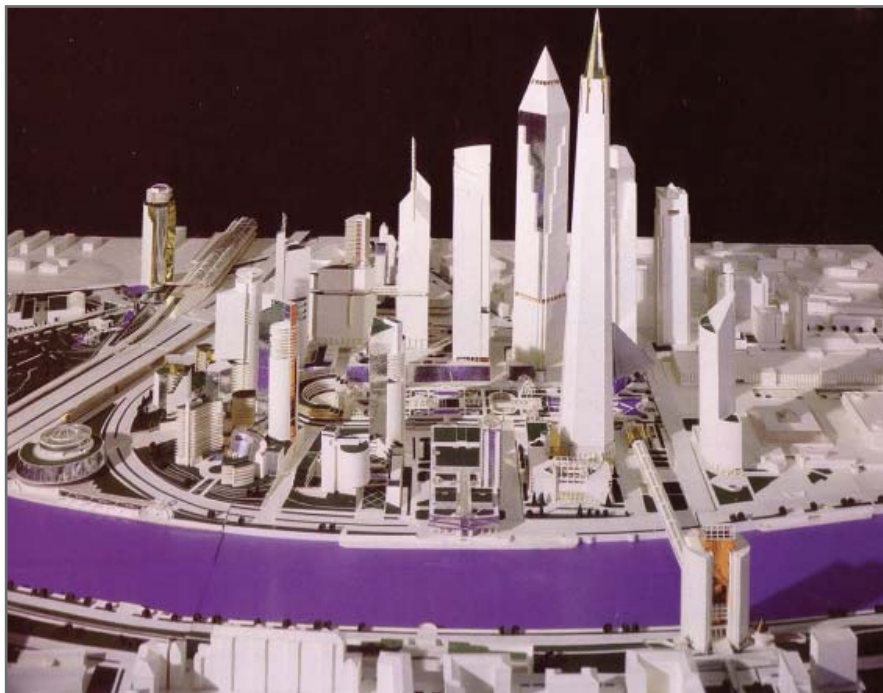


Рис. 1. Первая планировочная модель комплекса «Москва-Сити» [26]



Рис. 2. «Москва-Сити» сегодня. Не видна башня «2000» с другой стороны Москвы-реки над мостом «Багратион» [29]

в нижней части разреза, общей мощностью 1,2–5,3 м);

- элювиальные (карбонатная мука с известняковым щебнем в количестве до 30% общей толщиной 0,5–7,0 м).

Коренные породы представлены верхнекаменноугольными известняками (разной степени трещиноватости и прочности), доломитами и глинисто-мергелистыми отложениями. Они залегают в данном районе относительно неглубоко (4,10–13,85 м от поверхности)

и были вскрыты скважинами на всю глубину проходки – до 55 м (до абсолютных отметок 69,5–72,7 м). Скальные породы (известняки) являются сильно трещиноватыми, имеют проявления карста (каверны), включают множество прослоек и линз.

Следует отметить, что известняки и доломиты ранее добывались в данном районе открытым способом, но в конце 1950-х годов карьеры были засыпаны промышленными отходами и различ-

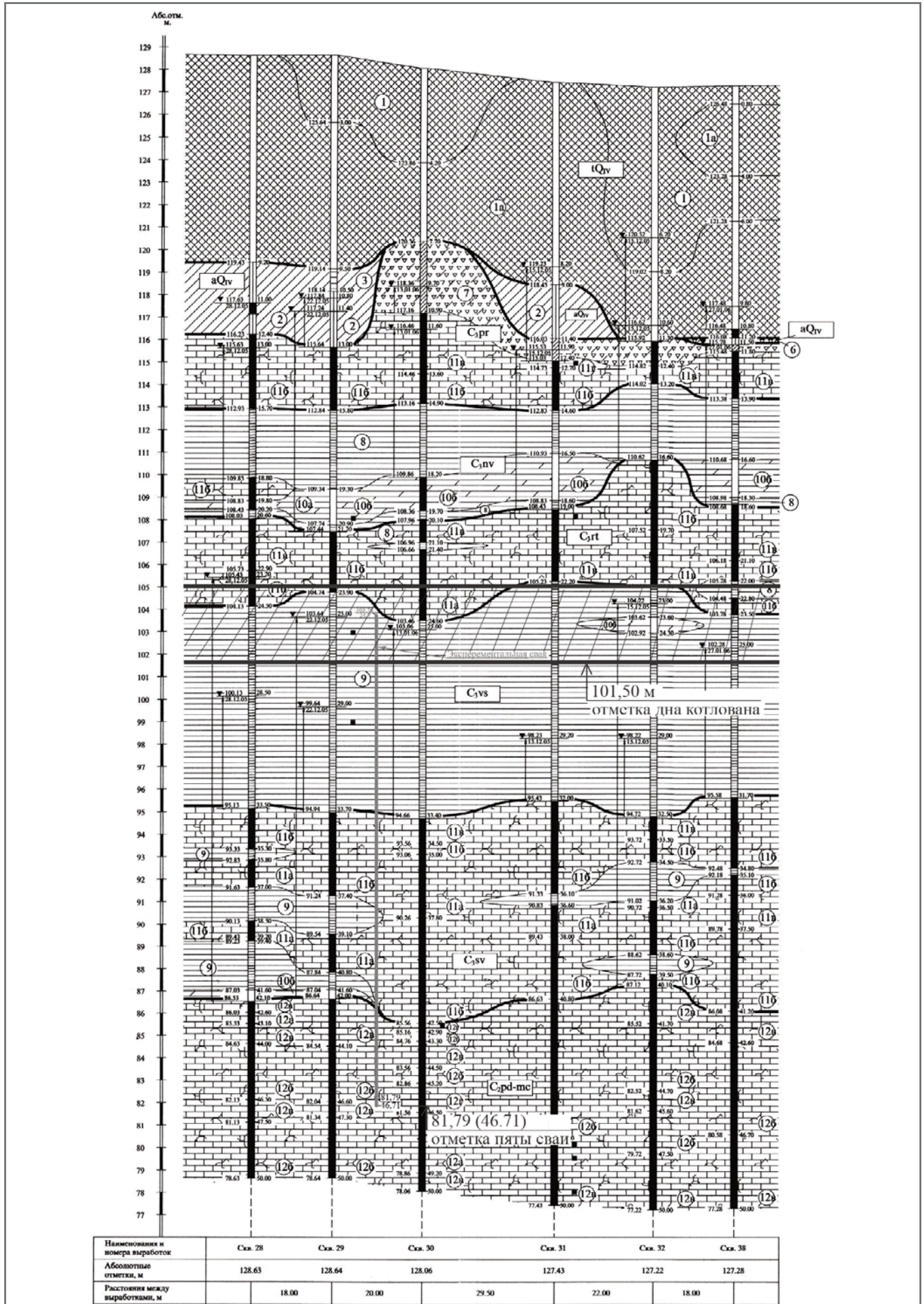


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез, типичный для площадки ММДЦ «Москва-Сити» [19]

ным бытовым мусором. На территории есть и палеодолины исчезнувших потоков Москвы-реки [19].

Особые требования к инженерным изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации ►

Проектирование и строительство ММДЦ осложнялось следующими факторами [19]:

- сложность инженерно-геологических условий;
- значительная площадь застройки (площадка – более 100 га, строительные объекты – в сумме более 60 га);
- большая глубина заложения фундаментов;
- повышенная стоимость строительства фундаментов (например, фундамент для 50-этажного здания может стоить втрое дороже, чем для 20-этажного);
- необходимость обеспечения значительной пространственной жесткости несущих каркасов зданий, не превышения допустимых кренов и осадок;
- колоссальные нагрузки на фундаменты и на грунтовое основание (300–1000 кПа) от веса зданий и их неравномерное распределение;
- взаимное влияние строящихся объектов;
- работы в зоне метрополитена;
- сжатые сроки строительства;
- проектирование разных объектов комплекса разными организациями, в том числе зарубежными, которые не всегда имели достаточный опыт проектирования и строительства фундаментов и подземных частей зданий такого масштаба и в таких сложных инженерно-геологических условиях;
- ведение строительства разными подрядными организациями и др.

Инженерно-геологические условия и прочие указанные выше факторы предъявляли особые требования к инженерным изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации комплекса, научно-техническому сопровождению всех этапов развития проектов, мониторингу смещений и усилий в грунтах, фундаментах, надфундаментных конструкциях зданий, коммуникациях между ними, линиях метро, проходящих под комплексом или поблизости, окружающей застройке, а также к мониторингу изменений уровней подземных вод. Для наблюдений за динамическими, вибрационными и сейсмическими воздействиями в высотных зданиях были установлены акселерометры.

При строительстве и эксплуатации высотного здания на грунт основания передаются очень большие нагрузки и возникает зона изменений напряженно-деформированного состояния (НДС) грунта. Она велика по площади и глубине, а при близком расположении высотных объектов такие зоны накладываются и взаимно влияют друг на друга и, соответственно, на сами объекты. Но такое огромное давление на грунт от веса небоскребов сейчас уже не проблема, поскольку в мире накопился большой опыт их проектирования и строительства из специальных современных строительных материалов в самых разнообразных грунтовых условиях [7, 11, 19, 31].

В силу вышесказанного при создании объектов «Москвы-Сити» зона инженерно-геологических исследований грунтового массива и последующих геотехнических расчетов была больше, чем для обычных зданий, и распространялась в обе стороны от башен не менее чем на 1–2 ширины подошвы фундамента и в глубину под подошвой фундамента не менее чем на 2–3 ее ширины.

Для повышения точности изысканий определение физико-механических характеристик грунтов осуществлялось различными методами. Выполнялись лабораторные компрессионные и стабилометрические испытания ненарушенных образцов, полевые испытания зондированием, прессиометрами и штампами разной площади (в том числе со дна котлованов). Помимо этого выполнялось тщательное определение фильтрационных характеристик и удельного водопоглощения скальных грунтов в полевых условиях (путем кустовых откачек или нагнетания).

При проектировании ограждающих котлованы подпорных противофильтрационных стен учитывалось то, что они (особенно в таком большом количестве, как на ограниченной территории «Москвы-Сити») меняют гидрогеологическую обстановку, поскольку препятствуют движению фильтрационных потоков всех водоносных горизонтов, что вызывает подъем уровней подземных вод и увеличение градиентов их напора. Но эти стенки в данном случае вполне рассчитаны на восприятие соответствующего дополнительного давления со стороны окружающих грунтов и возможных изменений их свойств, в том числе их гранулометрического состава.

Для проверки достоверности полученных при изысканиях механических характеристик грунтов ряд свай был

оборудован датчиками, измеряющими усилия методом Остерберга [19].

Подробнее о проектировании и строительстве ►

Большое давление со стороны объектов комплекса «Москва-Сити» на грунтовое основание привело к необходимости использования в качестве несущих более прочных грунтов – уплотненных или скальных. Основным несущим слоем для буронабивных свай явился известняк подольско-мячниковского горизонта.

Расчеты выполнялись так, чтобы выравнивать осадки под разнонагруженными участками, имеющими различные типы фундаментов, причем с учетом их развития во времени в процессе фильтрационной и вторичной консолидаций.

При проектировании котлованов, фундаментов, подземных и надземных помещений, передающих грунту очень большие нагрузки, решались сложнейшие инженерные задачи. Для их решения в рамках научно-технического сопровождения специализированных геотехнических организаций выполнялись целые комплексы геотехнических расчетов, учитывающих конкретные условия строительства для каждого объекта ММДЦ начиная с этапа архитектурного замысла.

Для обеспечения надежной устойчивости зданий в большом объеме выполнялось расчетное моделирование, в том числе (и прежде всего) по взаимодействию фундаментов с грунтовым основанием и надфундаментной частью для каждого объекта.

К традиционному набору расчетов, математического и компьютерного моделирования для всех этапов строительства и эксплуатации добавлялся целый ряд дополнительных процедур: моделирование аэродинамического воздействия (или испытания в аэродинамической трубе), расчет на прогрессирующее обрушение, выполнение альтернативных расчетов в разных программных комплексах, проводимых в рамках научно-технического сопровождения, и пр.

Пространственные расчеты использовались в том числе для первоначальной оценки нагрузок на фундаменты и податливости оснований для детального расчетного моделирования взаимодействия свай, плит и грунта, в частности в краевых и внутренних частях.

Строительство котлованов велось под защитой подпорных противофильтрационных «стен в грунте» (толщиной до 1 м и глубиной до 45 м) из монолитного



Рис. 4. Общий вид котлована для строительства «Центрального ядра» ММДЦ «Москва-Сити» в 1999 году [19]

железобетона или из бурсекущих свай с опережающим тампонажем трещиноватых известняков в основаниях стен, с устройством 3–5 рядов грунтовых анкеров, иногда подкосов и распорок, берм для поддержки ограждений (рис. 4). При выемке грунта разработка известняков

в ряде случаев велась взрывным способом. В некоторых случаях устройство котлованов частично выполнялось методом «сверху вниз» с устройством распорных перекрытий [19].

Фундаменты создавались плитно-свайные, свайные и плитные (послед-

ние – под «Центральное ядро» и под слабонагруженные части фундаментов других объектов; они опирались на прочную глинисто-мергелистую толщу). Отметим, что для плитно-свайных фундаментов высотных башен еще не существовало нормативной базы, поскольку до этого они применялись в РФ ограниченно. Поэтому эти вопросы решались индивидуально для каждого объекта так, чтобы обеспечить его надежную несущую способность по грунту и устойчивость в целом.

Для устройства буронабивных свай-стоек и фундаментных плит, объединяющих их головы, использовался бетон повышенной прочности класса В60 со стальной арматурой. Каждая свая опирается на достаточно однородные и прочные слои известняков (средне- или слаботрещиноватых), выявленные при инженерных изысканиях.

Если котлован частично заглублялся в глины над водоносным слоем, уменьшая толщину этих глин и тем самым вызывая опасность выпора дна котлована в связи с большим пьезометрическим напором подземных вод, то в котловане устраивался ряд разгрузочных скважин, снижавших напор. Также в

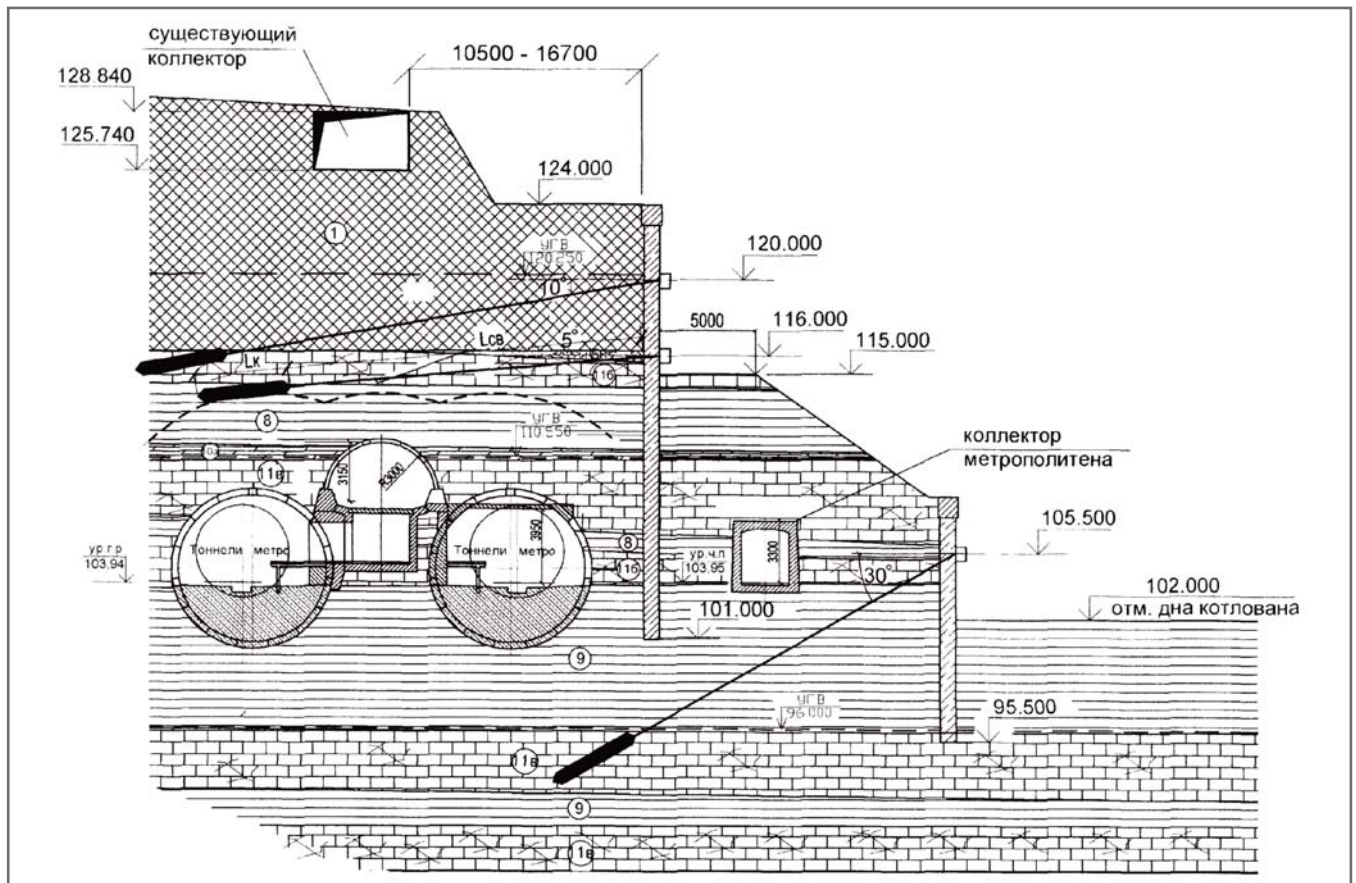


Рис. 5. Пример устройства ограждения котлована в месте прохождения линий метро, коллекторов и ранее выполненных креплений котлована для соседнего объекта при строительстве комплекса «Москва-Сити» [19]

процессе строительства котлованов при необходимости устраивался временный пластовой дренаж (общий объем откачки из котлована мог достигать до $40 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Наиболее сложными являлись участки устройства ограждений котлованов в местах прохождения линий метро и коллекторов, а также рядом с ранее выполненными ограждающими конструкциями для соседних объектов (иногда системы крепления соседних котлованов буквально накладывались друг на друга) (рис. 5). Будущие тоннели метро являлись неотъемлемой частью конструкций подземной части одного из объектов [19].

Длина буронабивных свай фундаментов объектов «Москва-Сити» подбиралась так, чтобы они прорезали более сжимаемые и менее прочные глины, мергели и трещиноватые известняки и заглублялись в более прочные скальные грунты (известняки с высокими прочностными и деформационными характеристиками по данным различных испытаний) не менее чем на 3,5 м. Длина свай составляет до 30 м, диаметр – 1,5 м, расстояние между ними – от 2,5–3,5 м и более, несущая способность – 2–3,5 тысячи тонн. Осадка каждой сваи при максимальной нагрузке на нее, по данным испытаний и моделирования, составляет несколько миллиметров, что в пределах допустимого.

Под нижними торцами свай выполнялась цементация известняка на глубину до 6 м в радиусе 3–6 м для повышения прочности этого грунта, ликвидации в нем карстовых пустот в случае их наличия и увеличения несущей способности свай. Контроль сплошности их стволов осуществлялся ультразвуковым методом.

Головы свай под каждым имеющим их объектом объединялись монолитной железобетонной ростверковой плитой (из бетона классов В40–В60) толщиной 3–5 м (рис. 6). В некоторых случаях устраивали двухслойный ростверк (рис. 7). В случае плитных фундаментов (под слабонагруженные участки) фундаментная плита толщиной 1,2–1,5 м опиралась на достаточно прочные глинистые, мергелистые или глинисто-мергелистые грунты. Работы велись при строгом контроле качества строительства всех компонентов фундаментов с учетом ухудшения свойств грунта под плитой при устройстве свай [19].

Строительство высоток комплекса велось из укрепленных котлованов глубиной 20–25 м. Каждая из них, как уже отмечалось, снизу доверху имеет ядро



Рис. 6. Установка арматуры для заливки ростверковой плиты толщиной 4,5 м [19]

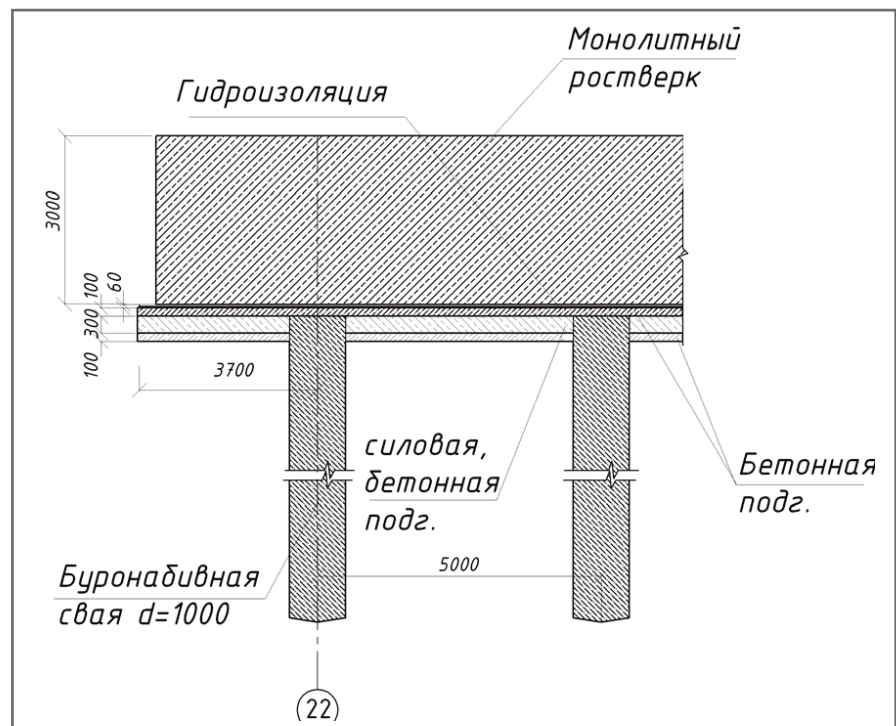


Рис. 7. Конструкция двухслойного ростверка [19]

жесткости (включающее лестнично-лифтовые узлы, вентиляционные шахты и другие подсобные помещения), к которому с помощью дисков перекрытий крепятся колонны каркаса башни. Независимо от внешней формы здания положение центрального ядра и внутренних колонн по всей его высоте не меняется. Через каждые 20–30 этажей устроены технические аутригерные этажи, в которых балки перекрытий выполнены в виде балок-стенок на всю высоту этажа.

Строительство зданий в основном велось из монолитного железобетона

повышенной прочности (класса В60 и выше), реже использовался металлический каркас (цельностальные колонны и пр.). В большинстве небоскребов «Москвы-Сити» (кроме, например, 62-го и 63-го ресторанных этажей башни «Запад» комплекса «Федерация») нет естественной вентиляции и в них нельзя открыть окна (чтобы не нарушать работу инженерных систем и в целях безопасности) [19, 20, 31].

Не все было так гладко ►

Конечно, не все было так гладко в процессе строительства и последующей

эксплуатации объектов комплекса «Москва-Сити».

Бывало, возникали пожары, которые в некоторых случаях тушили по 2–4 часа. Тогда никто из людей не пострадал, но в итоге к пожаробезопасности стали относиться еще более серьезно [32].

Как-то раз случился провал строительной площадки из-за подмыва подземными водами [33].

Один рабочий выпал из окна 84 этажа при отделочных работах [34], а со смотровой площадки на 86 этаже, делая селфи, выпала девушка [35].

Некоторые окна ресторана Sixty в верхней части башни «Запад» комплекса «Федерация» имели трещины, которые появились во время отгрузки. Но эти окна все равно установили, поскольку не было средств их заменить. Указанные дефекты не представляют опасности, но, естественно, выглядят не очень хорошо [24].

А самый большой скандал, который с помощью больших денег удалось замаять, был связан с комплексом «Федерация», состоящим из двух разноуровневых башен («Восток» и «Запад»), построенных на одном фундаменте. Это здание некоторое время было самым высоким в Европе (до строительства «Лахта-Центра» в Санкт-Петербурге) и стало символом «Москвы-Сити», но в то же время и пособием для специалистов на тему того, как нельзя строить

фундаменты. Дело в том, что владелец компании Mirax Group Сергей Полонский, взявшийся за реализацию проекта строительства «Федерации», стремился поставить рекорд по одновременной заливке бетона (14 тыс. куб. м) для создания мощнейшей фундаментной плиты, чтобы попасть в «Книгу рекордов Гиннеса». Он подписал контракт с турецкой компанией на выполнение этих работ в кратчайшие сроки, что и было сделано к 26 февраля в мороз минус 7 градусов с прогревом грунтового основания и заливаемой плиты тепловыми пушками под целлофановым саркофагом, поскольку при минусовой температуре заливать нельзя. Прогрев с трудом удавалось довести лишь до нуля градусов. А к 1 марта температура воздуха опустилась до минус 17 градусов. И согреть плиту не удалось никакими силами. Поэтому от первых же поспешных нагрузок (в результате установки крана и начала армирования нижнего подземного этажа той же турецкой компанией) через 2–4 недели в плите, еще не набравшей прочность, появились трещины. Достать обратно ее, понятное дело, уже было невозможно. Поэтому работы по строительству нижнего этажа остановили и через три месяца сверху залили еще одну такую же плиту. Далее работы вела уже китайская компания.

В результате всего этого сроки строительства «Федерации» были отодвинуты

в целом на полгода, расходы на фундаментную плиту удвоились, был потерян один подземный этаж с соответствующими затратами, появились незапланированные расходы на перепроектирование. Более того, были большие траты на замалчивание произошедшего. Всего потери составили 23 млн долларов США.

Хотя доказательств наличия в первой плите трещин, спрятанных под верхней плитой, уже не найти, экс-акционер Mirax Group Максим Привезенцев в 2020 году опубликовал фрагмент своей будущей книги «История мираксздания», в котором он рассказал то, о чем написано выше [4]. Но утешает, что в итоге фундамент «Федерации» действительно получился сверхнадежным.

Заключение ►

Сегодняшний комплекс небоскребов «Москва-Сити», где расположено семь из десяти самых высоких небоскребов Европы, привлекает внимание туристов из всех уголков России и из других стран мира [9]. Там работает, живет, отдыхает, занимается покупками или спортом множество людей.

Несмотря на все сложности, связанные со строительством этого комплекса, столица может испытывать за него гордость. Надеемся, что с помощью данной обзорной статьи нам удалось развеять сомнения многих читателей и журналистов в его геотехнической безопасности. **И**

Источники (References) ►

1. gazeta.ru/social/2023/05/23/16750190.shtml?updated.
2. news.rambler.ru/tech/50832205-geologicheskaya-sluzhba-ssha-nyu-york-tonet-pod-sobstvennoy-tyazhestyu/.
3. mk.ru/moscow/2021/08/04/moskva-cherez-50-let-mozhet-provalitsya-pod-zemlyu-provedeny-neuteshitelnye-issledovaniya.html.
4. ko.ru/articles/pro-treshchinu-v-fundamente-bashni-federatsiya/.
5. booksite.ru/fulltext/1/001/008/011/087.htm.
6. ros-pipe.ru/tekhn_info/tekhnicheskie-stati/gidrogeologiya-/vozdeystvie-glubokikh-vodokhranilischna-zemnuyu-k/yavlenie-progibazemnoy-kory-ot-gravitatsionnoy-na/.
7. news.mail.ru/society/56250574/.
8. agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022EF003465.
9. newizv.ru/news/2023-05-18/nyu-york-tonet-pod-vesom-svoih-neboskrebob-obnaruzhili-geologi-407747.
10. moscow-city.online/news/35069/.
11. kommersant.ru/doc/3780218.
12. urban-development.ru/2010/2.pdf.
13. tvosibgtv.ru/events_partnerships/geotekhnicheskie-osobnosti-stroitelstva-vysotnyh-zdanij.html.
14. moscow-city.guide/towers/ekspotsentr/.
15. news.rambler.ru/disasters/40130436-chem-zemletryasenie-v-rumynii-v-1977-godu-napugalo-moskvichey/.
16. factroom.ru/rossiya/samoe-razrushitelnoe-zemletryasenie-za-vsye-istoriyu-moskvy.
17. ru/expert/2010/48/pyat-oshibok-moskovskogo-siti/.
18. arendator.ru/news/95326-moskva-siti_mozhet_provalitsya_kommentarij_eksperta/.

19. Петрухин В.П., Шулятьев О.А. Геотехнические особенности строительства Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити» // Развитие городов и геотехническое строительство. 2010. № 1. URL: fc-union.com/wp-content/uploads/2018/06/1-Proektirovanie-i-stroitelstvo-fundamentov-Moskva-SITI-SHulyatev-O.A.pdf.
20. vc.ru/offline/153091-neboskreby-gotovy-li-vy-zhit-menshe-no-yarche.
21. moscowcitysale.ru/blog/mify-i-realnost-moscow-city.
22. themoscowcity.com/company/news/mify-o-moskva-siti/.
23. pamsik.livejournal.com/212112.html.
24. imccenter.ru/moskva-siti-7-udivitel-nykh-faktov-o-delovom-tsentre-stolitsy/.
25. ru.wikipedia.org/wiki/Москва-Сити.
26. realty.rbc.ru/news/5b0254a89a794771a9ac817c.
27. anton-malahov.livejournal.com/14549.html.
28. moscow-city.guide/about/.
29. pixabay.com/ru/illustrations/moscow-city-москва-город-3550477/.
30. iz.ru/582480/boris-ustiugov/moskva-siti-prostoit-10-tysiach-let.
31. dzen.ru/a/Yp9O2GWqZjvonEa_.
32. aif.ru/society/safety/neboskreby_v_dyumu_pochemu_v_moskva-siti_chasto_byvayut_pozhary.
33. 5-tv.ru/news/364419/moskvasiti-okazalas-nakrau-propasti-izza-obvala-grunta-video/.
34. moskva.bezformata.com/listnews/etazha-v-moskva-siti-vipal/45846103/.
35. topnews.ru/news_id_389327.html.

