



ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ И ДОЧЕТВЕРТИЧНЫХ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

RESEARCH PECULIARITIES OF QUATERNARY AND PRE-QUATERNARY DISPERSED SOILS IN THE MOSCOW REGION

КАШИРСКИЙ В.И.

Директор по производству и НИР ООО «ГрандГЕО», к.т.н., г. Пушкино Московской области,

kvi@grandgeo.ru

ДМИТРИЕВ С.В.

Генеральный директор ООО «ГрандГЕО», г. Пушкино Московской области, *grandgeo @grandgeo.ru*

ЗНАМЕНСКИЙ Е.Н.

Главный геолог ООО «ГрандГЕО», г. Пушкино Московской области

БАЛЁКИН М.В.

Начальник технического отдела ГП «Мособлгеотрест», г. Москва

БИЗОВ А.Н.

Системотехник ООО «ГрандГЕО», г. Пушкино Московской области

KASHIRSKY V.I.

The director of the production and the research work of the «GrandGEO» Ltd., candidate of technical sciences, Pushkino, Moscow Region,

kvi@grandgeo.ru

DMITRIEV S.V.

The general director of the «GrandGEO» Ltd., Pushkino, Moscow Region, *grandgeo @grandgeo.ru*

ZNAMENSKY E.N.

The chief geologist of the «GrandGEO» Ltd., Pushkino, Moscow Region

BALIOKIN M.V.

The head of the technical department of the «Mosoblgeotrest» state enterprise, Moscow

BIZOV A.N.

A systems engineer of the «GrandGEO» Ltd., Pushkino, Moscow Region

Ключевые слова:

нормативные документы; региональные нормативные документы; актуализация; дисперсные грунты; четвертичные грунты; дочетвертичные грунты; статическое зондирование; штамповые испытания; компрессионные испытания; физико-механические свойства; прочностные характеристики; деформационные характеристики; модуль деформации; корректировочный коэффициент.

Key words:

normative documents; regional normative documents; actualization; dispersed soils; quaternary soils; pre-quaternary soils; static probing; stamp tests; compressive tests; physical-mechanical properties; strength characteristics; deformation characteristics; modulus of deformation; correction coefficient.

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые особенности исследований четвертичных и дочетвертичных дисперсных грунтов Московской области в связи с необходимостью переработки действующих в России нормативных документов и приведением их в соответствие с зарубежными стандартами. Приводятся примеры несоответствий и ошибок, содержащихся в этих документах, и предлагаются пути их исправления. Статья носит полемический характер и будет полезна изыскателям и инженерам-геологам при разработке новых российских стандартов.

Abstract

The article deals with some research peculiarities of the quaternary and pre-quaternary dispersed soils of the Moscow Region in connection with the necessity of revising the current normative documents in Russia and bringing them to conformity with the foreign standards. Some examples of discrepancies and mistakes in those documents are given, and the correction ways of them are proposed. The paper has polemic character and will be useful for engineering surveyors and engineering geologists for developing new Russian standards.

Вступление нашей страны в ВТО выдвигает первоочередную задачу по приведению всех ее нормативных документов (НД) в соответствие с действующими зарубежными стандартами, к примеру с Еврокодами, что, вне всякого сомнения, поставит российских изыскателей в трудное положение [11, 13, 15]. Это связано с тем, что, по наблюдениям авторов, даже те немногие из действующих российских НД, которые в настоящее время подверглись «актуализации», более напоминают ксерокопии старых документов, а не пересмотренные, обновленные и адаптированные к требованиям сегодняшнего дня версии. А работать мы должны будем, скорее всего, в соответствии с упомянутыми выше Еврокодами, для чего придется максимально приблизить требования наших НД к их требованиям.

По поводу адаптации нашей нормативной базы к международным стандартам имеется большое количество разнообразных мнений, порой диаметрально противоположных: от того, что ее провести «легко», до того, что это «невозможно». А истина, как всегда, лежит между этими двумя крайностями.

В этом направлении ведется определенная работа. Например, в готовящейся Национальным объединением изыскателей (НОИЗ) актуализации СНиП 11-02-96 приводится сопоставительная

таблица российских и зарубежных стандартов, используемых в инженерно-геологических и геотехнических изысканиях, в соответствии с которой по требованию заказчика допускается применение зарубежных методов, средств получения информации и стандартов, сопоставимых с отечественными аналогами согласно приложению Е.

Следует подчеркнуть, что наибольшие трудности нас ждут в приведении в соответствие с зарубежными нормативными документами нашей классификации грунтов, а также терминов и определений. И далеко не все проблемы можно решить одновременно. Достаточно вспомнить, например, о том, что в зарубежных странах вообще отсутствует такое понятие, как супеси. Кроме того, наши российские инженерно-геологические изыскания необходимо будет максимально приблизить к европейским геотехническим исследованиям, так как, например, п. 2.2 «Геотехнические исследования Еврокода 7» рекомендует: «В результате геотехнических исследований должны быть представлены все данные, касающиеся геологического строения и гидрогеологических условий на площадке и прилегающей территории, необходимые для надлежащего описания существенных свойств грунтовых характеристик, используемых в проектных расчетах» [24].

В п. 2.4.3 Еврокода дается разъяснение: «Раздел “Выводы и рекомендации” геотехнического отчета должен содержать: (1) описание грунтовых условий, (2) подтверждение геотехнической категории сооружения, (3) выбор необходимых параметров для проектных расчетов, (4) пути решения проблем, которые могут возникнуть при строительстве, (5) предварительные рекомендации по решению возможных геотехнических проблем» (нумерация рекомендуемых Еврокодом частей раздела введена авторами для удобства их восприятия). Достаточно беглого взгляда, чтобы увидеть, что предлагаемые выводы и рекомендации геотехнического отчета по Еврокоду 7 в чем-то похожи на выводы и рекомендации инженерно-геологических отчетов, но только в чем-то, а именно в п. 1 и 2, то есть только в отношении описания грунтовых условий и подтверждения геотехнической категории — и все. Дальнейшее в нашей практике — дело проектировщиков.

А зарубежные специалисты, как мы видим, способны выполнять работы по всем пяти цитированным выше пунктам и, главное, не просто способны, а успешно выполняют это на практике. Поэтому между зарубежной геотехникой и надуманными российскими «геотехническими изысканиями» (по сути, опытными полевыми работами), как говорится, имеется дистанция огромного масштаба.

Особенно важно то, что требования Еврокода 7 по их применению подразделяются на два типа, а именно на «принципы» и «правила применения» [24] («принципы», которые в тексте отмечаются латинской литерой «Р», представляют собой основные понятия и требования, которым нет альтернативы, — их требований следует придерживаться в обязательном порядке).

Таблица 1

Уравнения корреляционной зависимости между модулем деформации по результатам штамповых испытаний ($E_{ш}$, МПа) и лобовым сопротивлением внедрению зонда в грунт (q_c , МПа) для моренных суглинков

Грунты	Зависимость между $E_{ш}$ и q_c , МПа	Диапазон измерений q_c	R_f^* , %
Глины и суглинки твердые и полутвердые	$E = 7,0 + 6,4q_c$	0,5–4,8	4–7
Глины и суглинки тугопластичные и мягкопластичные	$E = 3,0 + 6,8q_c$	< 2	4–5

* R_f — показатель трения, %, $R_f = f_s / q_c \times 100\%$, где f_s — удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда.

Конечно же, и огульная критика нормативной базы нашей страны неуместна. Многие ученые и специалисты, в том числе и иностранные, отмечают, что многие наши нормативные документы нередко близки к зарубежным стандартам, а порой не только не уступают им, но и превосходят их по своей требовательности, четкости и конкретности.

Однако при обработке материалов испытаний дисперсных грунтов специалисты сталкиваются с тем, что действующие в России нормативные документы носят в ряде случаев общий характер и не всегда позволяют рассчитать с достаточной точностью деформационные и прочностные характеристики грунтов [8, 16].

Например, авторы неоднократно обращали внимание на то, что в таблице 6 МГСН.2.07-97 (прил. 7) [17], перешедшей без изменений в МГСН.2.07-01 [18], для расчета величин модуля деформации (E , МПа) покровных, озерно-болотных и озерно-ледниковых глинистых грунтов (а также глин, суглинков и супесей) предлагается единая формула: $E = 7,5q_c + 2,0$ (где q_c — лобовое сопротивление внедрению зонда в грунт, МПа). При этом очевидно, что эта формула дана без учета таких важнейших свойств глинистых грунтов, как пластичность, пористость, наличие органических включений и т.д. [8].

То же самое относится и к формуле для расчета модулей деформации моренных отложений: $E = q_c + 7,5$. В ней расчет модуля деформации выполняется для грунтов московского, окского и днепровского оледенений по единой формуле.

Несомненно, требуются дальнейшие исследования, корректировка и детализация указанных и других зависимостей.

Выполненная авторами аналитическая обработка результатов параллельных испытаний статическим зондированием и статическими нагрузками штампами моренных глин и суглинков позволила установить корреляционную зависимость вида: $E_{ш} = f(q_c)$ (где $E_{ш}$ — модуль деформации по результатам штамповых испытаний, МПа) (табл. 1) [6, 12].

Сравнение результатов, полученных с использованием первой зависимости (см. табл. 1), с ре-

зультатами, полученными с помощью уравнения, рекомендуемого в МГСН 2.07-01 для моренных глин и суглинков полутвердой и твердой консистенции ($E_{ш} = 7,5 + 8q_c$), показало их близкое сходство [12]. Различие коэффициентов в двух уравнениях, предложенных авторами (см. табл. 1), может быть объяснено тем, что второе из них было получено для тугопластичных и мягкопластичных моренных глин и суглинков, залегающих, как правило, в приповерхностных слоях, то есть в зоне аэрации и искусственного замачивания грунтов.

Много нерешенных вопросов связано с расчетами прочностных и деформационных характеристик супесей по результатам статического зондирования, которые традиционно выполняются по формулам, применимым для глинистых грунтов. Но нередко супеси очень близки по составу к пескам, поэтому значения модулей деформации (E) этих грунтов в подавляющем большинстве случаев получаются неоправданно завышенными. Также значительно завышенными получаются и значения удельного сцепления (c) супесей, рассчитанные по результатам статического зондирования. Они нередко получаются равными 30–50 кПа и более, в то время как по результатам лабораторных испытаний (в тех случаях, когда удается отобрать образцы ненарушенной структуры) они, как правило, составляют не более 6–12 кПа. Следует отметить, что значения удельного сцепления (c), рекомендуемые действующими нормативными документами, в зависимости от коэффициента пористости (e), для супесей с показателями текучести $0 < I_L < 0,25$ не превышают 13–21 кПа, а при $0,25 < I_L < 0,75$ они находятся в интервале 9–19 кПа [19].

Приведем еще один пример: в ГОСТ 20069-74 [3] и ГОСТ 20069-81 [4], действовавшем до 2001 г., было указание: «Стандарт не распространяется на грунты... всех видов в мерзлом состоянии». А в ГОСТ 19912-2001 [2] по статическому зондированию, действующем в настоящее время, написано: «...Стандарт распространяется на дисперсные природные, техногенные и мерзлые грунты, состав и состояние которых позволяют производить непрерывное внедрение зонда...». И в этом документе нет указаний на то, как и на основании каких НК надо интерпретировать результаты, полученные при зондировании указанных выше грунтов. То есть получается так, что ГОСТ 19912-2001 рекомендует мерзлые и искусственные грунты приравнять к талым грунтам и грунтам ненарушенной структуры (естественного сложения).

Рекомендации по обработке результатов испытаний пылеватых песков также требуют пересмотра, поскольку в соответствии с требованиями таблицы 1 приложения 4 СНиП 1.02.07-87 [23], а затем таблицы 1 приложения И СП 11-105-97 [22] плотность сложения по результатам измерений сопротивления грунта внедрению конуса (q_c) песков крупных, средней крупности и мелких определялась вне зависимости от влажности. Для песков пылеватых величина q_c находилась отдельно для маловлажных и влажных и отдельно для водонасыщенных. А в таблице 1 приложения 7 ныне дей-

ствующих московских строительных норм МГСН 2.07-01 [18] рекомендуется определять «плотность сложения песков крупных, средней крупности и мелких независимо от влажности» и нет ни одного слова о пылеватых песках. Поэтому имеется один выход — выполнять расчеты плотности сложения пылеватых песков (как маловлажных и влажных, так и водонасыщенных) в соответствии с требованиями таблицы 1 приложения И СП 11-105-97 [22] до создания нового нормативного документа, который ликвидирует этот пробел, или до внесения соответствующего комментария к действующим московским нормам (МГСН).

Но, как отмечалось выше, подходы российских и зарубежных специалистов нередко различаются между собой. Например, при оценке физико-механических характеристик песков по данным статического зондирования используются два подхода. В первом, реализованном за рубежом, устанавливается связь между сопротивлением конуса, компрессионным модулем деформации и относительной плотностью песков по опытам в калибровочных камерах. Второй подход, реализованный отечественными исследователями, заключается в проведении параллельных испытаний в массиве, позволяющих установить корреляционную связь между сопротивлением внедрению конуса и штамповым модулем деформации путем испытаний грунтов в скважинах штампами площадью 5000, 2500, 1000 или 600 см². В последние годы предпринимаются попытки внедрения скважинных штампов также площадью 150 и 100 см².

Получение корреляционных зависимостей по результатам испытаний в калибровочных камерах позволило зарубежным специалистам не ставить во главу угла разделение грунтов по генезису, что позволяет оперативно и с достаточной достоверностью выполнять расчеты в полевых условиях по результатам статического зондирования.

В 2007 году была предложена методика геометризации грунтовых массивов без выделения инженерно-геологических элементов (ИГЭ), разработанная на основе многочисленных полевых и лабораторных исследований. С ее внедрением термин «инженерно-геологический элемент» (ИГЭ) может получить иное значение в инженерно-геологических изысканиях (геотехнике) [1].

Подобный подход, по мнению авторов, близок к нейросетевой технологии, предлагаемой ведущим научным сотрудником НИИОСП им. Н.М. Герсевича О.И. Игнатовой [10], а также к системологии инженерных изысканий, предлагавшейся ранее [11].

В связи с имеющейся градацией грунтов строго по генетическим типам определение свойств дисперсных дочетвертичных отложений стало самой большой проблемой в инженерно-геологических изысканиях. Например, только таблицей В1 действующего документа МГСН 2.07-01 [18] допускается применять масштабный коэффициент (m_k) лишь для «дочетвертичных тяжелых глин» (оксфордских), имеющих коэффициент пористости e , равный 1,2 и 1,4 (m_k соответственно равен 2,5 и



2,0, причем применим только для сооружений II и III уровней ответственности). И как бы ни назывались породы (грунты) дочетвертичных отложений — песками, супесями или суглинками — ни в одном нормативном документе нет даже упоминания о расчете любых характеристик для них. А то, что эти дисперсные дочетвертичные грунты очень часто являются основаниями для высотных зданий и подземных сооружений, остается вне внимания разработчиков нормативных документов.

В настоящее время мы, изыскатели, можем выдать для дочетвертичных грунтов (пород) лишь результаты прямых полевых или лабораторных определений без каких-либо переходных коэффициентов, которые бы позволили привести к расчету, например, деформационных или прочностных характеристик грунтов массива. По сути, проектировщикам выдается «пустышка», с которой они нередко не знают, что делать.

Следует особо отметить, что упоминавшаяся выше статья О.И. Игнатовой [9] является весьма важной для изучения дочетвертичных отложений, поскольку посвящена исследованию деформационных и прочностных характеристик юрских глинистых грунтов. На основании многочисленных результатов инженерно-геологических изысканий, выполненных многими организациями г. Москвы, этим автором была проведена статистическая обработка собранных материалов с использованием теории корреляционно-регрессионного анализа. Также были проведены исследования корреляционных связей деформационных и прочностных характеристик с физическими параметрами грунтов, а для модуля деформации — еще и с удельным сопротивлением грунта внедрению конуса при статическом зондировании. Большое значение имеют и полученные О.И. Игнатовой коэффициенты перехода от компрессионного модуля деформации юрских отложений к модулю деформации, определяемому в массиве грунта штампами.

Подобные исследования проводились ранее Р.С. Зиангировым и В.И. Каширским [5] также на основе параллельных сопоставительных испытаний юрских грунтов статическим зондированием и штампами при параллельном испытании грунтов — аналогов лабораторными методами, результатом которых явилась зависимость:

$$E = 8q_c. \quad (1)$$

О.И. Игнатова [9] на основе большого статистического материала уточняет эту зависимость и предлагает ее в следующем виде:

$$E = 8,5 + 5q_c. \quad (2)$$

Полученные зависимости деформационных и прочностных характеристик от числа пластичности (I_p), показателя текучести (I_L) и коэффициента пористости (e) позволили создать таблицы характеристик указанных грунтов, которые могут быть

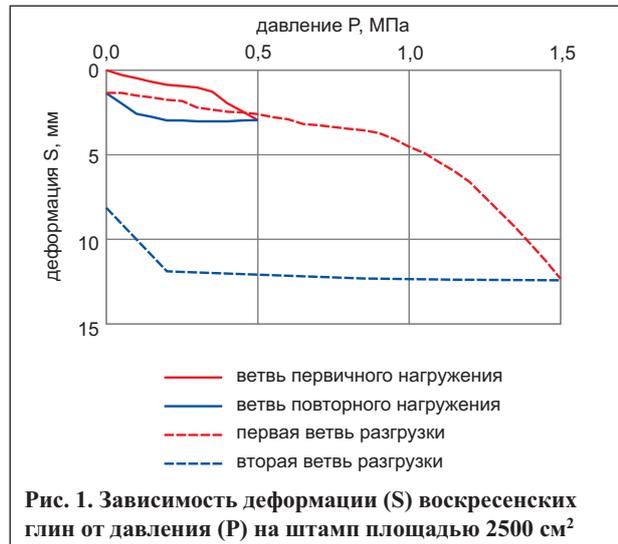


Рис. 1. Зависимость деформации (S) воскресенских глин от давления (P) на штамп площадью 2500 см²

включены в будущие нормативные документы и стать базой для нормирования дочетвертичных отложений. Это тем более легко осуществить, поскольку в НИИОСП им. Н.М. Герсевича разработан стандарт организации (СТО) по определению деформационных характеристик юрских глинистых грунтов г. Москвы [23].

Для определения физико-механических свойств карбонатных воскресенских глин в массиве была выполнена масштабная работа на участке № 11 строительства Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити» при проведении ООО «ГрандГЕО» дополнительных инженерно-геологических изысканий. На дне котлована глубиной более 25 м была сварена специальная ферма, способная выдержать более 100 т нагрузки. Анкерами ей служили 4 сваи диаметром 1,3 м и длиной более 15 м каждая. Испытания проводились плоскими круглыми жесткими штампами трех площадей (600, 2500, 5000 см²) в соответствии с требованиями ГОСТ 20276-99 и ГОСТ 30672-99 до максимальных нагрузок 1,0–1,5 МПа [7].

Разработанная авторами статьи [7] методика проведения испытаний по двум ветвям нагружения позволила интерпретировать полученные результаты с большей достоверностью. Первичная ветвь нагружения выполнялась до 0,5 МПа (до бытовой нагрузки), затем производилась разгрузка до 0 МПа и повторялось нагружение до 1,5 МПа с последующей разгрузкой ступенями до 0 МПа.

Модули деформации воскресенских глин были рассчитаны для трех интервалов давлений: (1) 0,3–0,5 МПа — для первичной ветви нагружения штампа до природной нагрузки, снятой при выемке грунта из котлована; (2) 0,3–0,5 МПа — для повторной ветви нагружения до природной нагрузки; (3) 0,7–0,9 МПа — для второго участка повторного нагружения, соответствующего проектным нагрузкам.

На основе архивных материалов, анализа полевых испытаний штампами и прессиометрами и геофизических исследований профессором Р.С. Зиангировым были составлены таблицы величин физических характеристик, штамповых и компрессионных модулей деформации воскресенских глин

Таблица 2

Величины некоторых физических характеристик для пород воскресенской толщи			
Физическая характеристика		Величина	
Плотность частиц ρ_s , г/см ³	доломиты	2,83	
	глинистые известняки	2,71–2,74	
	глинистые разности	2,72	
Число пластичности I_p^*	суглинки	13–17	
	глины	17–24	
Влажность глин W		0,14–0,16	
Свободное относительное набухание глин ε_{sw}		$\leq 0,04$	
Показатель текучести глин I_L		0,3–0,5 (т.е. глины твердые)	
Коэффициент пористости e	глины	0,4–0,6	
	известняки и доломиты	0,2–0,3	
Результаты сдвиговых испытаний глин	угол внутреннего трения φ , °	глины	11–15
		карбонатные слои	22–24
	удельное сцепление c , МПа	глины	0,28
		карбонатные слои	0,40
Модуль деформации глин E , МПа, по результатам испытаний	компрессионных	40	
	трехосных	70	

* Данные I_p и W_L группируются вокруг линии $I_p = 0,73$ ($W_L = 14$), где W_L — граница текучести (предельная влажность для перехода грунта в текучее состояние).

(табл. 2, 3), а также построены графики испытаний в зависимости от площадей штампов (5000, 2500, 600 см²) и деформаций грунта в зависимости от давления, на основании которых были выделены две группы значений модуля деформации. К первой группе отнесены значения E , характерные для глинистых толщ в диапазоне 125–223 МПа со средним значением $E = 162$ МПа. Ко второй группе — значения E (225–448 МПа), характерные для глин со значительным количеством жестких прослоев из известняков, доломитов и мергелей со средним значением $E = 328$ МПа.

Средневзвешенное значение модуля деформации слоистой толщи производилось по формуле:

$$E_{\text{ср.взв.}} = \frac{\sum_1^n h_i}{\sum_1^n \frac{h_i}{E_i}}, \quad (3)$$

где h_i — толщина i -го прослоя грунта, E_i — модуль деформации в i -м прослое.

Для проектирования фундаментов в воскресенских глинах были рекомендованы модули деформации, рассчитанные для участка 0–0,5 МПа вет-

ви повторного нагружения (рис. 1), поскольку вскрытие глубокого котлована привело к существенному разуплотнению глин в результате как упругих деформаций и выветривания, так и техногенных воздействий при возведении свай, вследствие чего сплошное строение глин было нарушено и появилось большое количество микротрещин. Свидетельством этого являются многочисленные просачивания («грифоны») подземных вод суворовско-мячковского горизонта на дне котлована. Кроме того, просачивание подземных вод в ряде случаев происходило через тела свай.

Таким образом, первичное нагружение до величины действовавшего природного давления позволило до известной степени уплотнить грунт и приблизить его к первичному состоянию.

Сопоставление результатов компрессионных и штамповых испытаний показало наличие существенной разницы между значениями компрессионного (E_k) и штампового ($E_{ш}$) модулей деформации для воскресенских глин. Сравнение значений $E_{ш}$ и для воскресенских глин одинаковой плотности дает значение масштабного коэффициента, который значительно превосходит табличные значения [7].

Предложенная методика определения деформационных характеристик воскресенских глин позволяет с достаточно высокой точностью получать модули деформации оснований фундаментов, а также в соответствии с выведенными зависимостями устанавливать коэффициенты корреляции с результатами компрессионных испытаний аналогичных грунтов и испытаний их прессиометрами, дилатометрами и пр.

По теме испытаний коренных пород (грунтов) штампами авторами настоящей статьи был сделан доклад на III Международном геотехническом симпозиуме в г. Харбине (КНР) в июле 2009 г. [25]. Следует отметить, что ученые и специалисты евразийского геотехнического симпозиума очень остро отреагировали на сообщение о просачивании подземных вод в котлован (в том числе через тела свай). В течение двух лет в котловане отсутствовала фундаментная плита, в результате чего происходило цикличное замачивание размокаемых и склонных к набуханию воскресенских глин и их промораживание, что могло привести к ухудшению физико-механических свойств массива. Например, величины значений свободного набухания исследуемых грунтов, по лабораторным данным, составили 14,4; 7,6 и 2,8, т.е. воскресенские глины являются *средне-, слабо- и ненабухающими*.

В связи с возможной деградацией воскресенских глин из-за техногенно-климатических воздействий на них в марте 2010 г. был выполнен дополнительный комплекс лабораторных исследований и штамповых испытаний. После обработки результатов полевых и лабораторных испытаний снижения модулей деформации грунтов основания выявлено не было.

Тем не менее в момент написания статьи (в декабре 2011 г.) возведение плитного фундамента не было завершено, продолжалось замачивание



Таблица 3

Модули деформации* воскресенских глин по результатам испытаний штампами разных размеров, МПа														
Ветвь, участок нагружения штампа	Модуль деформации, МПа	Интервал значений для расчета модуля деф.	Площадь штампа, см ²											
			5000				2500				600			
			№ испытания		среднее	№ испытания		среднее	№ испытания		среднее			
Ветвь первичного нагружения до природной нагрузки	E_1	0,3–0,5	89	247	200	178	42	64	227	111	176	112	150	146
Ветвь повторного нагружения до природной нагрузки	E_2	0,3–0,5	149	422	328	300	210	151	339	233	176	193	225	198
Второй участок повторного нагружения до проектной нагрузки	E_3	0,7–0,9	101	474	122	192	169	126	282	192	149	160	193	167
Сравнение E_2 и E_1	E_2/E_1	-	1,67	1,71	1,64	1,69	5,00	2,36	1,49	2,10	1,00	1,72	1,50	1,36

* Для расчета величины модуля деформации значение коэффициента Пуассона принималось равным 0,27.

Таблица 4

Региональные корректировочные коэффициенты m_k для четвертичных супесей и суглинков на территории г. Томска					
Вид грунта	Показатель текучести I_L	Значения m_k при коэффициенте пористости e			
		0,55	0,65	0,75	0,85
Супеси	$I_L < 0$	2,3	2,1	1,8	1,5
	$0 \leq I_L \leq 1$	1,7	1,6	1,5	1,2
Суглинки	$I_L < 0$	2,6	2,2	1,9	1,7
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	2,4	2,1	1,8	1,5
	$0,25 < I_L \leq 0,50$	2,3	2,0	1,7	1,4
	$0,50 < I_L \leq 0,75$	2,2	1,9	1,6	1,3
	$0,75 < I_L \leq 1$	1,9	1,7	1,4	1,2



Рис. 2. Замачивание и промерзание воскресенских глин в котловане на 11 участке строительства ММДЦ «Москва-Сити»

массива, промерзание грунтов дна котлована, а также за стеной в грунте (рис. 2).

На основании изложенного выше считаем, что в нормативные документы на инженерно-геологические и геотехнические изыскания следует внести требование о необходимости включения в технические отчеты (заключения) расчетов о степени морозной пучинистости всех грунтов до дна котлована плюс на глубину сезонного промерзания в данном регионе на случай их возможного промораживания в открытом котловане.

Вновь обращаем внимание на то, что в условиях интенсивного городского строительства при проектировании высотных и заглубленных сооружений, а также в связи с кардинально изменившимся подходом к изысканиям и выявлением целого ряда недостатков и упущений в области изысканий,

проектирования и во всей строительной отрасли следует уделять особое внимание разработке нормативной документации, соответствующей требованиям сегодняшнего дня. При этом для московского региона особенно важны масштабные исследования физико-механических свойств меловых, юрских и карбоновых грунтов и пород. Для других регионов актуально обеспечение изыскателей нормативно-правовой базой для полноценных исследований свойств грунтов и пород, являющихся основаниями зданий и сооружений, характерных для соответствующих территорий.

Авторы убеждены в том, что региональный (территориальный) подход к изысканиям должен превалировать над административно-командными способами назначения единых норм от Калининграда до Берингова пролива без учета местных инженерно-геологических условий.

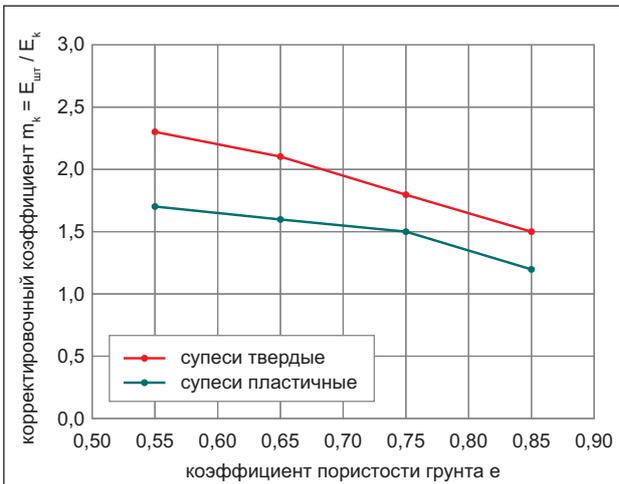


Рис. 3. Графики зависимости корректировочного коэффициента m_k от коэффициента пористости грунта e для супесей

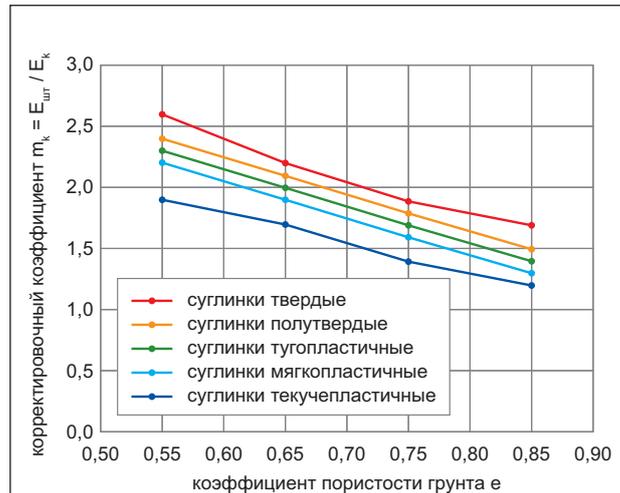


Рис. 4. Графики зависимости корректировочного коэффициента m_k от коэффициента пористости грунта e для суглинков

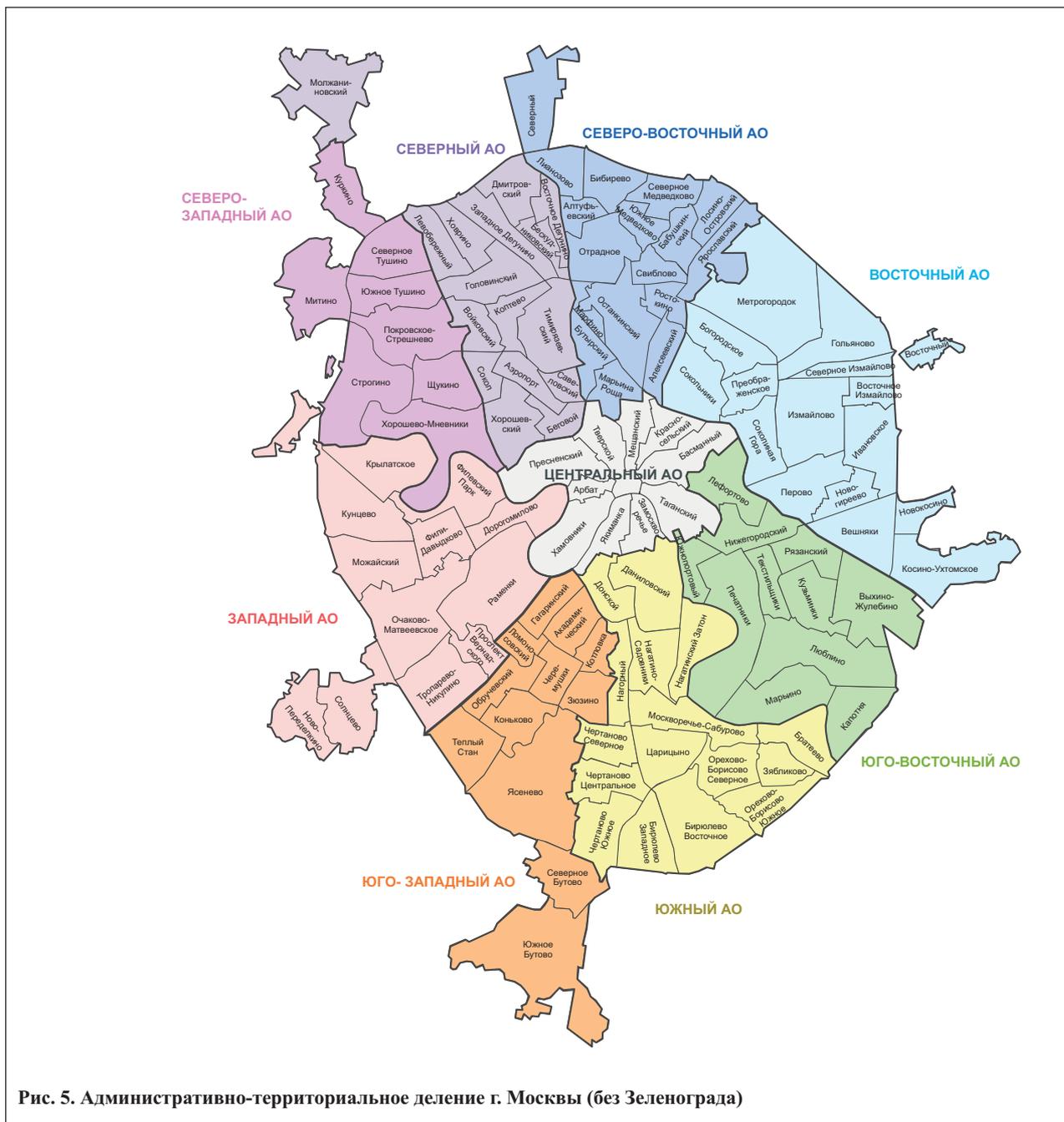


Рис. 5. Административно-территориальное деление г. Москвы (без Зеленограда)



В качестве положительного примера рационального подхода к обеспечению инженерно-геологических изысканий нормативной документацией с учетом местных условий можно привести региональные нормативы градостроительного проектирования Томской области [20]. Авторы рекомендаций на основании длительных и детальных исследований показали, что значения корректировочных коэффициентов m_k могут существенно отличаться от рекомендованных «общесоюзными» нормативными документами и нуждаются в уточнениях с учетом региональных особенностей грунтов, интервалов давлений компрессионного модуля деформации, коэффициента поперечной деформации в зависимости от пористости грунтов и других их физических свойств [20].

В таблице 4 представлены региональные m_k , характерные для томских четвертичных супесей и суглинков [20]. Несомненно, что можно выявить и другие закономерности при более детальном изучении свойств и других видов грунтов данной территории, в том числе и нечетвертичных.

На рисунках 3, 4 представлены графики зависимости корректировочных коэффициентов m_k от коэффициентов пористости e супесей (см. рис. 3) и суглинков (см. рис. 4), характерных для территории г. Томска.

Возвращаясь к московскому региону, снова укажем на неразумность административно-управленческого характера изучения свойств грунтов и пород. Во всей полноте этот аспект открывается на примере г. Москвы. До нахождения столицы в пределах Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) проблемы региональных изысканий внешне не проявлялись, но

с образованием Зеленоградского административного округа ее территория отошла в ведение Москомархитектуры и началась нормативно-правовая «чехарда» в области изысканий, проектирования и строительства. В Зеленограде, отстоящем от МКАД на 17 км, действует столичная нормативно-правовая база, существенно отличающаяся от федеральной, действующей на территориях, например, Химок, Сходни и т.д., где пакет разрешительных документов совсем иной, чем в Зеленограде (здесь другие требования к получению разрешения на изыскания и открытие ордеров и, самое главное, другие нормативные документы, в соответствии с которыми проводятся изыскания и осуществляется обработка полевых и лабораторных изысканий).

В некоторых местах вообще доходит до абсурда: например, город Люберцы разделен практически пополам, часть его территории отнесена к Москве, а другая – к трудно произносимому «муниципальному образованию» Люберцы, в результате нередко на два соседних дома одного города приходится оформлять документы для двух «удельных княжеств».

Мегаполис с растущим населением, интенсивным строительством, в том числе транспортным, не может не расширяться. Но если посмотреть на современную карту Москвы (памятуя о Зеленограде в 17 км от МКАД), то можно увидеть ее сходство с амёбой (рис. 5), поскольку столице за пределами МКАД в настоящее время принадлежат Куркино, Молжаниново, Митино, Солнцево, Ново-Переделкино, Северное и Южное Бутово, Ново-Косино, Косино-Ухтомское и др., где изыскатели постоянно сталкиваются с теми же проблемами, что и в Зеленограде и Люберцах.

Таблица 5

Основные показатели физико-механических свойств верхнеюрских глин (ИГЭ-12) на территории застройки 1-й очереди жилого микрорайона «Южный» г. Домодедово													
Показатель	Природная влажность W , д.е.	Влажность на границе текучести W_L , д.е.	Число пластичности I_p , д.е.	Показатель текучести I_L , д.е.	Плотность влажного грунта ρ , г/см ³	Коэффициент пористости e	Угол внутреннего трения грунта в естественном состоянии φ , ° (град.)	Удельное сцепление грунта в естественном состоянии c , кПа	Модуль деформации, МПа, для грунта в ест. сост.				
									компрессионный E_c		общий $E_{общ}$		
									При бытовом давлении	При давлении 0,1–0,2 МПа	Приведенное значение	По данным трехосных исп.	
Число определений	40	40	40	40	40	40	13	13	12	12	12	4	
Значение параметра	мин.	0,38	0,71	0,26	-0,57	1,64	1,08	9	26	4	3	14	27
	макс.	0,55	1,00	0,48	0,24	1,81	1,52	16	49	10	9	46	37
	сред.	0,46	0,83	0,34	-0,11	1,71	1,33	12	37	6	6	29	31
Коэф. вариации	0,10	0,07	0,17	-1,81	0,02	0,09	0,21	0,21	0,18	0,35	0,18	0,16	
При a^*	0,85	0,45	0,80	0,30	-0,19	1,71	1,31	11	34	6	5	28	29
	0,95	0,44	0,79	0,30	-0,22	1,70	1,30	11	33	6	5	26	27

* a — доверительная вероятность (обеспеченность) расчетных значений.

Таблица 6

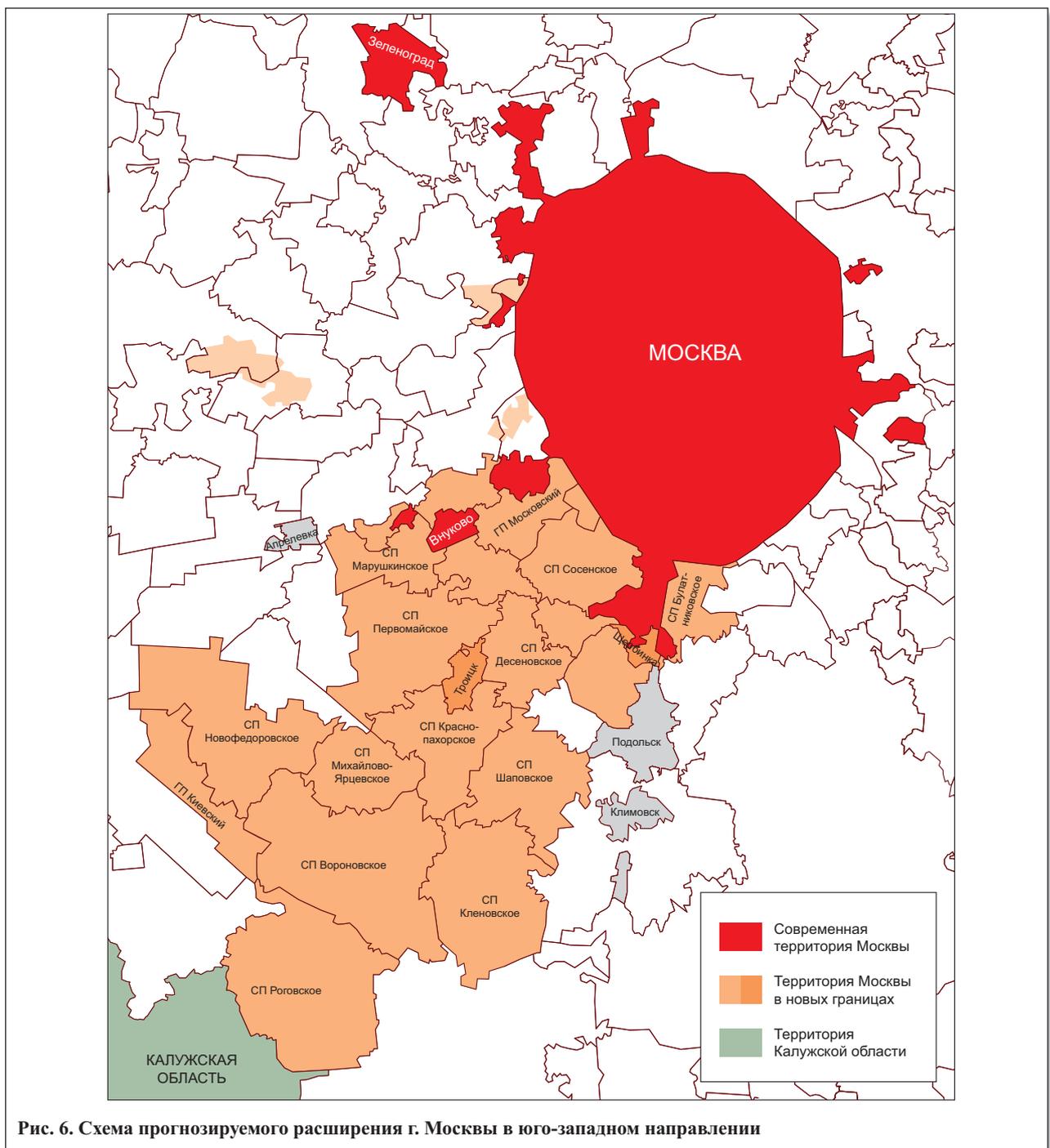
Результаты контрольного определения повышающего коэффициента m_k для юрских глин ИГЭ-12																		
Показатель	Значения																	Среднее
E_k^*	6,2	5,1	6,6	5,4	5,0	4,6	4,9	4,5	8,8	5,2	4,9	7,2	4,8	6,1	8,8	5,3	5,8	
$E_{ш}$	23	32	28	30	31	30	31	28	29	27	29	30	27	30	28	30	28,9	
m_k^{**}	3,7	6,3	4,2	5,6	6,2	6,5	6,3	6,2	3,3	5,2	5,9	4,2	5,6	4,9	3,2	5,7	5,2	

* С учетом коэффициента $m_k = 3,2 \div 3,3$ из табл. 3, 4 СТО [25] и значения $E_{общ} = 18 \div 19$ МПа.
 ** По СП 22.13330.2011 (СНиП 2.02.01-83*).

На рисунке 6 представлена схема перспективного развития г. Москвы с увеличением территории в 2,4 раза (вплоть до Калужской области).

По мнению авторов настоящей публикации, необходимо создание единой геологической службы московского региона с единой региональной нормативно-правовой базой. В этой мысли авторы утвер-

дились в процессе проведения полномасштабных инженерно-геологических и геоэкологических изысканий по договору с ЗАО «Мосстройреконструкция» на территории застройки 1-й очереди жилого микрорайона «Южный» в районе «Центральный» г. Домодедово Московской области (с последующей камеральной обработкой полевых и лабораторных ма-





териалов и выпуском технического заключения летом — осенью 2011 г. Следует отметить, что город Домодедово расположен посередине между МКАД и Калужской областью (да и аэропорт Домодедово в перспективе может стать частью Москвы).

Но более всего, на взгляд авторов, интересны результаты исследований физико-механических свойств дочетвертичных грунтов, в частности верхнеюрских отложений. В таблице 5 представлены основные показатели физических свойств верхнеюрских (J_3) твердых и полутвердых глин (ИГЭ-12), а также их деформационных и прочностных характеристик, полученные по результатам лабораторных испытаний.

Но наибольший интерес вызывают повышающие коэффициенты (m_k), полученные в результате обработки данных компрессионных определений модулей деформации лабораторными методами (E_k) и испытаний грунтов-аналогов вертикальными статическими нагрузками штампами в интервале глубин от 11,7 до 22,0 м ($E_{ш}$). Эти данные представлены в

табл. 6. Из нее следует, что масштабные коэффициенты m_k практически в 1,5–2,0 раза превышают рекомендуемые (3,2–3,3 по табл. 3, 4 СТО [23]).

Если юрские глины, рассмотренные в качестве примера выше, каким-то образом нормированы, то меловые и юрские пески, меловые и верхнекаменноугольные глины (московского региона) обойдены вниманием разработчиков нормативных документов.

Вывод из написанного выше напрашивается один — требуется объединение всех сил членов изыскательского (геотехнического) сообщества для основательной переработки действующей нормативной базы для грунтов, находящихся в зонах строительной деятельности, характерных для каждого региона (в особенности дочетвертичных отложений). Несомненно, будущее принадлежит региональным нормативным документам, которые должны будут разрабатываться на основе и при неукоснительном соблюдении обязательных требований нормативов высшего ранга. ☞

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барвашов В.А., Каширский В.И. Геометризация геомассивов без выделения инженерно-геологических элементов // Материалы третьей общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», 20–21 декабря 2007 г. М.: ОАО «ПНИИИС», 2008. С. 33–41.
2. ГОСТ 19912-2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. М.: Госстрой РФ, МНТКС, 2001.
3. ГОСТ 20069-74. Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. М.: Госстрой СССР, 1974.
4. ГОСТ 20069-81. Грунты. Метод испытания статическим зондированием. М.: Госстрой СССР, 1981.
5. Зиангиров Р.С., Каширский В.И. Оценка деформационных свойств дисперсных грунтов по данным статического зондирования // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2005. № 1. С. 12–16.
6. Зиангиров Р.С., Каширский В.И. Оценка модуля деформации дисперсных грунтов по данным статического зондирования // Строительство. 2004. № 30. С. 74–82.
7. Зиангиров Р.С., Каширский В.И. Оценка модуля общей деформации воскресенских глин с использованием метода статических нагрузок штампами // Инженерная геология. 2009. № 1. С. 44–50.
8. Зиангиров Р.С., Каширский В.И., Дмитриев С.В. Проблемы интерпретации результатов статического зондирования // Материалы Денисовских чтений. М.: Изд-во МГСУ, 2005. С. 103–107.
9. Игнатова О.И. Деформационные и прочностные характеристики юрских глинистых грунтов Москвы // Инженерные изыскания. 2009. № 12. С. 36–40.
10. Каширский В.И. Инженерные изыскания для проектирования и строительства подземных сооружений // СтройПРОфиль. 2008. № 4. С. 24–27.
11. Каширский В.И. К слову о словах или о терминологии в инженерных изысканиях // Инженерные изыскания. 2009. № 11. С. 16–23.
12. Каширский В.И. Методика исследований состава и свойств дисперсных грунтов полевыми методами в условиях мегаполиса (на примере г. Москвы): автореф. дис. . . . канд. техн. наук. М.: Изд-во ПНИИИС, 2005. 26 с.
13. Каширский В.И. Нормативные документы в условиях перехода к саморегулируемым организациям // Сергеевские чтения. Вып. 12. Научное обоснование актуализации нормативных документов инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий. М.: Изд-во РУДН, 2010. С. 30–39.
14. Каширский В.И. Системология комплексных инженерных изысканий для строительства // Сборник докладов тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». М.: Изд-во МГСУ, 2005. С. 249–255.
15. Каширский В.И., Дмитриев С.В. Саморегулирование, кооперация изыскательских организаций, их лицензирование и нормативная база // Материалы IV Общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации», Москва, 16–17 декабря 2008 г. М.: Изд-во ОАО «ПНИИИС», 2009. С. 145–148.
16. Каширюк П.И., Юлин А.Н. Традиционные методы испытаний грунтов и их применимость при инженерно-геологических изысканиях в строительстве // Материалы Денисовских чтений. М.: Изд-во МГСУ, 2000. С. 58–61.
17. МГСН 2.07-97. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М.: Правительство Москвы, 1998.
18. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М.: Правительство Москвы, 2003.
19. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). М.: Стройиздат, 1986. 415 с.
20. Рекомендации по определению значений модуля деформации грунтов по результатам компрессионных испытаний с использованием региональных корректировочных коэффициентов. Томск: 2007. 22 с.
21. СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства. М.: Госстрой СССР, 1988.
22. СП 11-105-97. Свод правил по проектированию и строительству. Инженерные изыскания. М.: Госстрой РФ, 1998.
23. СТО 36554501-020-2010. Деформационные и прочностные характеристики юрских глинистых грунтов Москвы. М.: Изд-во ОАО «НИЦ «Строительство»», 2010. 11 с.
24. ENV 1997-1. Eurocode 7. Geotechnical Design. Part 1. General Rules. ENV Version. CEN (European Committee for Standardization), 1994.
25. Zianguirov R.S., Kashirsky V.I., Barvasov V.F., Dmitriev S.V. Determination of soil deformation modulus in excavations by static plate tests // Proceedings of the 3d International Geotechnical Symposium on Geotechnical Engineering for Disaster Prevention and Reduction. Harbin, July 22–24, 2009. Harbin, China: Harbin Institute of Technology, 2009. P. 98–103.