

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Российская академия архитектуры и строительных наук
Российское общество по механике грунтов, геотехнике
и фундаментостроению
Международное геосинтетическое общество



ФУНДАМЕНТЫ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИЙ

**Материалы всероссийской национальной конференции
с международным участием**

(г. Пермь, 29–31 мая 2017 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

УДК 624.154–624.131

Ф94

Представлены труды участников всероссийской национальной конференции с международным участием «Фундаменты глубокого заложения и геотехнические проблемы территорий», прошедшей в Пермском национальном исследовательском политехническом университете 29–31 мая 2017 г. Цель конференции – обмен опытом между научными, изыскательскими и проектными организациями России, изучение международного опыта, выработка совместных подходов к решению проблем освоения подземного пространства и геотехнических проблем территорий.

Описаны результаты последних экспериментально-теоретических исследований в области геотехники, в том числе свайных фундаментов, методы проектирования фундаментов и их геотехническое обоснование. Представлен широкий спектр вопросов, связанных с реконструкцией существующих и строительством новых инженерных объектов в крупных городах и населенных пунктах. Рассмотрены прогрессивные методы проектирования и устройства оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений.

Предназначено для инженерно-технических и научных работников научно-исследовательских, проектных, строительных организаций и вузов.

ISBN 978-5-398-01814-1

Редакционная коллегия

А.Б. Пономарев, д-р техн. наук, профессор (ответственный редактор); *С.И. Вахрушев*, канд. техн. наук, доцент; *А.В. Захаров*, канд. техн. наук, доцент; *Д.Г. Золотозубов*, канд. техн. наук, доцент; *В.И. Клевеко*, канд. техн. наук, доцент; *В.Г. Офрихтер*, д-р техн. наук, доцент.

Научный совет конференции

Бартоломей Л.А., д.т.н., профессор; *Богомолов А.Н.*, д.т.н., профессор; *Болдырев Г.Г.*, д.т.н., профессор, ООО «НПП «Геотек»; *Вараксин Серж*, профессор, ТС 211 ISSMGE (Франция); *Винников Л.В.*, д.т.н., профессор, ПолНТУ (Украина); *Габибов Ф.Г.*, к.т.н., профессор, АзНИИСиА (Азербайджан); *Готман А.Л.*, д.т.н., профессор, НИИОСП им. Н.М. Герсевича; *Готман Н.З.*, д.т.н., профессор, ООО «Подземпроект»; *Еун Чул Шин*, профессор, вице-президент ISSMGE, Университет Инчхон (Южная Корея); *Жусупбеков А.Ж.*, д.т.н., профессор, ЕАНУ (Казахстан); *Ильичев В.А.*, д.т.н., профессор, вице-президент РААСН, президент РОМГГиФ; *Катценбах Рольф*, профессор, ТУ Дармштадта (Германия); *Кудрявцев С.А.*, д.т.н., профессор, ДГУПС; *Лушиников В.В.*, д.т.н., профессор, УралНИИпроект-РААСН; *Мангушев Р.А.*, д.т.н., профессор, СПбГАСУ; *Майт Мети*, профессор, Пярну (Эстония); *Марио Манасеро*, профессор, вице-президент ISSMGE, Политехнический университет Турина (Италия); *Мирсайпов И.Т.*, д.т.н., профессор, КазГАСУ; *Невзоров А.Л.*, д.т.н., профессор, САФУ; *Нуждин Л.В.*, к.т.н., профессор, НГАСУ; *Полищук А.И.*, д.т.н., профессор, КГАУ; *Пронозин Я.А.*, д.т.н., профессор, ТИУ; *Скибин Г.М.*, д.т.н., профессор, ЮРГПУ; *Тер-Мартirosян З.Г.*, д.т.н., профессор, МГСУ; *Хоменко В.П.*, д.г.-м.н., профессор, МГСУ; *Шатино Д.М.*, д.т.н., профессор, ВГТУ; *Шулятьев О.Л.*, к.т.н., НИИОСП им. Н.М. Герсевича; *Эрол Гюлер*, профессор, Босфорский университет (Турция).

Системные требования: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Windows XP и выше; программа для просмотра PDF-файлов; привод CD-ROM.

ISBN 978-5-398-01814-1

© ПНИПУ, 2017

М.Б. Мариничев, И.Г. Ткачев

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

ПРИНЦИПЫ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА НЕРАВНОМЕРНО СЖИМАЕМЫХ ПОЙМЕННЫХ УЧАСТКАХ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

В статье рассматриваются вопросы проектирования фундаментов многоэтажных зданий, расположенных в пойменной части реки Кубани. Строительная площадка, отведенная под квартальную застройку, характеризуется наличием неоднородных по генезису и пространственному сложению песчано-глинистых грунтов. При выборе вида фундаментов многоэтажных зданий учитывались неравномерная сжимаемость основания, восьмибалльное сейсмическое воздействие на здания и другие факторы. Сформулированы принципы конструирования основного варианта фундаментов многоэтажных зданий на неравномерно сжимаемых песчано-глинистых грунтах.

Ключевые слова: неравномерно сжимаемое основание, сейсмическое воздействие, многоэтажное здание, фундамент, фундаментная плита, свая, неравномерная осадка фундамента, промежуточная подушка.

M.B. Marinichev, I.G. Tkachev

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

PRINCIPLES OF THE FOUNDATION DESIGN FOR THE BLOCK OF MULTISTORIED RESIDENTIAL BUILDINGS LOCATED ON NON-UNIFORMLY COMPOSED SUBSOIL OF FLOODPLAINS IN SEISMIC REGIONS

The paper contains an example of calculation and design of the foundations for multistoried buildings located on a floodplain of Kuban river. The construction site of upcoming residential block is complicated by non-homogenous and spatially irregular sandy-clay layers. The process of the foundation type definition requires the consideration of such factors as high seismicity and subsoil liquefaction. Principles of the foundation design for the block of multistoried residential buildings located on non-uniformly composed sandy-clay subsoil are proposed.

Keywords: non-homogenous subsoil, seismic influence, high-rise building, foundation, foundation plate, pile, non-uniform settlement, intermediate layer.

В последние годы решение значительного числа научно-практических задач в строительстве для условий Краснодарского края связано с освоением строительных площадок со сложными грунтовыми условиями, характеризуемыми наличием слабых водонасыщенных песчаных и глинистых грунтов неравномерного сложения, а также высокой фоновой сейсмичностью территории. Стоимость фундаментов многоэтажных зданий, расположенных на строительных площадках со сложными грунтовыми условиями, может достигать 25–30 % от стоимости всех общестроительных работ для возводимого объекта. Детальный подход к обоснованию вида фундаментов многоэтажных зданий приводит к ощутимому итоговому снижению стоимости строительства, что является решающим фактором при реализации масштабных проектов в условиях рыночной экономики и значительно возросшей конкуренции между застройщиками [1].

В статье рассматривается проектирование многоэтажных жилых зданий на правом берегу реки Кубани в Тахтамукайском районе Республики Адыгеи (рис. 1). Реализация проекта могла быть приостановлена без применения эффективного и рационального вида фундаментов. В ходе решения поставленных задач по поиску основного вида фундаментов для рассматриваемых многоэтажных зданий были проанализированы данные инженерно-геологических изысканий и условия посадки рассматриваемого жилого комплекса.



Рис. 1. Визуализация генерального плана застройки жилого комплекса на правом берегу реки Кубани

Fig. 1. Visualization of the master plan of a residential complex located on the right bank of the Kuban River

Застройка квартала состоит из одиннадцати жилых 10-этажных зданий, каждое из которых насчитывает от одной до трех монолитных железобетонных секций. В геоморфологическом отношении участок строительства приурочен к III правобережной надпойменной террасе реки Кубани.

Участок строительства сложен четвертичными техногенными и аллювиальными отложениями, изученными до глубин 25 м. Сейсмичность района являлась основным фактором, осложняющим строительство. Для зданий, сооружений нормального уровня ответственности по СП 14.13330.2011 (карта ОСР-97-А) и ТСН 22-301–2002 фоновая сейсмичность участка строительства составляет 8 баллов. Характерный инженерно-геологический разрез представлен на рис. 2.

Инженерно-геологический разрез по линии I-I

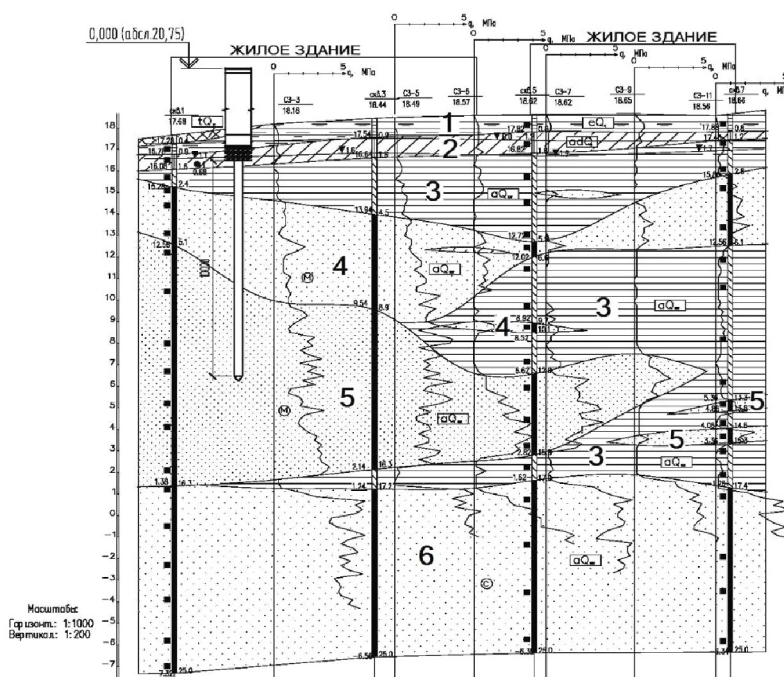


Рис. 2. Инженерно-геологический разрез участка строительства
Fig. 2 Cross-section with subsoil conditions of the construction site

Свойства инженерно-геологических элементов приведены в табл. 1. В результате деятельности реки Кубани ее пойменная часть сформировалась с очень сложным, незакономерным чередованием грунтов [2]. Среди инженерно-геологических элементов в ходе изысканий выявлен слой грунта (ИГЭ-4) – песок мелкий, рыхлый, разжижаемый при землетрясениях. При этом подстилающие для ИГЭ-4 слои песка обладают уже другими свойствами и имеют среднюю плотность сложения, среднюю крупность и иной характер напластования. В промежутке между слоями песка расположены слабые суглинки с модулем деформации менее 10 МПа.

Таблица 1

Сводные данные физико-механических свойств грунтов площадки строительства

Table 1

Physical and mechanical properties of layers

Физико-механические свойства пород	Ед. изм.	ИГЭ-1 почва глинистая	ИГЭ-2 суглинок	ИГЭ-3 глина	ИГЭ-4 песок мелкий, рыхлый	ИГЭ-5 песок мелкий, ср. плотности	ИГЭ-6 песок ср. крупности, ср. плотности
Влажность природная	%	22	27	33	27	23	21
Влажность	%	47	37	41	–	–	–
Влажность на границе раскатывания	%	24	22	22	–	–	–
Число пластичности	д.е	0,23	0,15	0,19	–	–	–
Показатель текучести	д.е	-0,09	0,30	0,61	–	–	–
Степень влажности	д.е	0,74	0,84	0,93	0,97	0,97	0,98
Плотность: – частиц грунта	г/см ³	2,73	2,71	2,72	2,65	2,65	2,65
– природная плотность	г/см ³	1,84	1,85	1,84	1,93	2,00	2,04
– при $b = 0,95$	г/см ³	1,81	1,83	1,83	1,92	1,99	2,04
– при $O = 0,85$	г/см ³	1,82	1,84	1,83	1,93	1,99	2,04
– скелета	г/см ³	1,50	1,46	1,38	1,51	1,62	1,68
Коэффициент пористости	–	0,819	0,856	0,972	0,752	0,639	0,575
Модуль деформации: – общий при естеств. влажности	МПа	–	8,2	8,3	17	20	32
– общий в водонасыщ. состоянии	МПа	–	–	–	–	–	–
Сцепление: – нормативное значение	кПа	–	18	30	0	2	2
– расчетное значение	кПа	–	–	–	0	1	1
– при $a = 0,95$	кПа	–	16	28	–	–	–
– при $O = 0,85$	кПа	–	17	29	–	–	–
Угол внутреннего трения – нормативное значение	град	–	20	17	28	31	35
– расчетное значение	град	–	–	–	25	28	32
– при $a = 0,95$	град	–	19	16	–	–	–
– при $O = 0,85$	град	–	19	17	–	–	–
Коэффициент фильтрации	м/сут	0,001	0,1	0,001	0,1	10,0	10,0

Проектное решение здания жилой застройки (данные проектной организации) имеет конструктивную схему с несущими продольными и поперечными стенами, его фундаментная часть должна выполняться в виде сплошной монолитной железобетонной плиты толщиной 500 мм. Давление по подошве плиты, передаваемое на основание, составляло около 250 кПа.

В настоящее время известна распределительная способность сплошных монолитных фундаментных плит [3, 4], поэтому проектная организация, изначально разрабатывающая проектную документацию, в качестве основного варианта для типового многоэтажного здания рассмотрела вариант плитного фундамента на естественном основании. Для рассматриваемых жилых многоэтажных зданий были выполнены расчеты осадок (деформаций) по методу СП 22.13330.2011, в ходе которых установлено, что прогнозируемая осадка плитных фундаментов по величине и неравномерности значительно превышает допустимые значения (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сравнения основных вариантов рассчитанных фундаментов многоэтажного жилого дома

Table 2

Comparison of the main variants of the calculated foundations for multi-storey residential building

Вид фундамента	Максимальная осадка фундаментов, мм	Неравномерность деформаций вариантов фундаментов	Длина свай, м	Кол-во пог. м свай	Примечание
Монолитная железобетонная плита толщиной 500 мм	247	0,005	–	–	Не выполнены нормативные требования
Свайный ленточный из забивных составных свай	78	0,001	20	10820	Не выполнены нормативные требования
Свайный с промежуточной подушкой	132	0,002	10	5790	Все нормативные требования выполнены

После выполненных поверочных расчетов осадок и неравномерностей осадок проектная организация для рассматриваемых зданий применила свайные фундаменты из забивных составных свай длиной 20 м. Сваи должны были пройти все сложные напластования грунтов (см. рис. 2) и опереться нижними концами в песок средней крупности (ИГЭ-6). Однако в процессе забивки свай их посадка на заданные проектные отметки оказалась невозможной из-за различной плотности сложения и неравномерной сжимаемости грунтов. Фактическое положение свай оказалось на 2–8 м выше проектного (рис. 3). Попытки строителей приложить большие усилия при забивке свай приводили к их разрушению. Несмотря на это, длина и количество свай в предложенном проектном решении не могли быть уменьшены, так как имели соответствующее обоснование и не должны были опираться на разные слои грунта.

Третий из рассмотренных проектировщиками вариантов фундаментов многоэтажных жилых зданий предусматривал использование буровых свай. Однако этот вариант из буровых свай оказался затратным и требовал длительного срока производства работ.

Таким образом, высокая плотность застройки, изменчивость пойменных отложений под каждой блок-секцией многоэтажных зданий, а также восьмибалльная сейсмичность строительной площадки определили необходимость разработки других вариантов фундаментов зданий и принципов фундаментостроения в целом для осваиваемого пойменного участка на правом берегу реки Кубани в Республике Адыгее.

В Кубанском государственном аграрном университете (КубГАУ) накоплен научно-практический опыт проектирования армирования оснований фундаментов многоэтажных и

высотных зданий в сложных грунтовых условиях, а также опыт геотехнического мониторинга строящихся (и построенных) объектов.



Рис. 3. Фактическое положение составных железобетонных свай заводского изготовления на участке строительства многоэтажных жилых зданий на правом берегу реки Кубани (Республика Адыгея)
Fig. 3 Actual position of composite reinforced concrete driven piles at the construction site of multi-storey residential buildings located on the right bank of the river Kuban (Republic of Adygea)

Для проектируемых многоэтажных жилых зданий на неравномерно сжимаемых пойменных участках в Республике Адыгее специалистами КубГАУ (2012 г.) совместно с ООО «ГЕОТЭК» (2013 г.) был разработан вариант фундаментов, состоящий из коротких забивных свай, головы которых отделены от фундаментной плиты, и промежуточной подушкой [5–7].

Аналогичные варианты используются в последние годы не только в гражданском строительстве зданий в сейсмических районах [8], но и в сельскохозяйственном, а также транспортном строительстве объектов (рис. 4, 5) [9]. Например, применяемое техническое решение при строительстве железной дороги в Германии предусматривает высокую распределительную способность армированного основания, которая достигается, в том числе, за счет вовлечения в работу промежуточной подушки [10–12].



Рис. 4. Этап забивки свай и устройство сборных оголовков при строительстве железной дороги в Германии
Fig. 4. The stage of pile driving and the installation of prefabricated caps during construction process of the railway in Germany

Для оценки эффективности предложенного варианта фундаментов многоэтажных жилых зданий на пойменной террасе реки Кубани было проведено пространственное моделирование его работы с учетом фактического состояния и напластования грунтов основания. Вертикальное армирование основания моделировалось в виде коротких забивных

железобетонных свай сечением 350×350 мм и длиной 10 м, отделенных от фундаментной плиты промежуточной подушкой, имеющей высоту 600 мм, выполненной из гранитного щебня (рис. 6).



Рис. 5. Завершающий этап выполнения промежуточной подушки, являющейся основанием железной дороги в Германии (2012 г.)

Fig. 5. The final stage of construction of the intermediate layer, used as basis of the railway in Germany (2012)

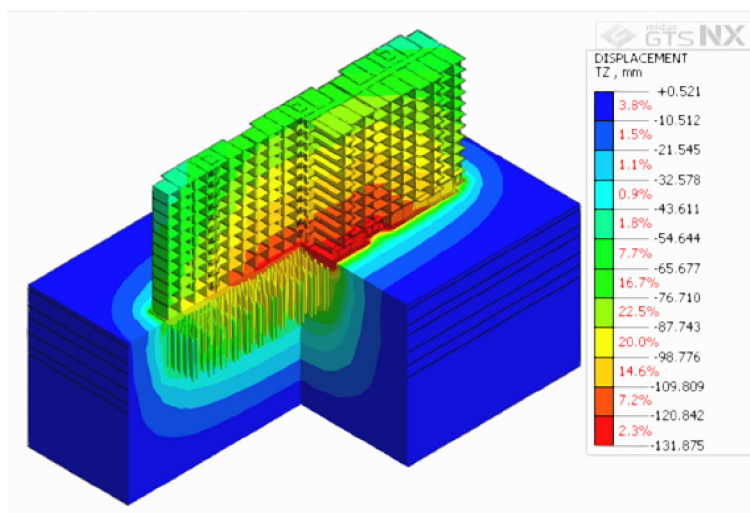


Рис. 6. Пространственная расчетная модель «армированное основание – промежуточная подушка – фундаментная плита»

Fig. 6. Spatial model “reinforced base-intermediate layer-foundation slab”

Использование свай длиной 10 м (погружаемых с отметки низа промежуточной подушки) было обусловлено повышением жесткости основания и более полным включением в работу фундаментной плиты [13, 14]. Предложенный вариант фундаментов предусматривал также применение на отдельных участках пятна застройки здания свай длиной более 10 м, а также свай с различным расстоянием между осями. Такое решение объяснялось уменьшением расчетных значений осадок фундаментов многоэтажных зданий и их неравномерностей [15, 16].

Анализ результатов выполненных расчетов показал, что деформации системы «армированное основание – промежуточная подушка – фундаментная плита» относительно первоначального варианта (плитного фундамента) снизились на 46 %, а давление, передаваемое на армированное основание из вертикальных железобетонных свай, находится в пределах, не превышающих расчетного сопротивления грунта армированного основания и расчетных значений усилий на оголовки устроенных свай. Переход к вертикальному ар-

мированию основания из забивных железобетонных свай длиной 10 м позволил обеспечить соблюдение требований расчета оснований по двум группам предельных состояний. По сравнению с вариантом из забивных железобетонных свай длиной 20 м показатели материалоемкости снизились примерно в 1,8 раза. Этап выполнения промежуточной подушки для типовой секции многоэтажного жилого здания приведен на рис. 7. Сравнение основных рассматриваемых вариантов фундаментов многоэтажного здания на неравномерно сжимаемых грунтах представлено в табл. 2.



Рис. 7. Этап выполнения промежуточной подушки для многоэтажного жилого здания

Fig. 7. Stage of implementation of the intermediate layer for a multi-storey residential building

Таким образом, строительство зданий, сооружений в сложных инженерно-геологических условиях, таких как пойменные отложения рек, повышенная сейсмичность строительных площадок и др. свидетельствует о необходимости разработки в целом принципов устройства фундаментов многоэтажных зданий на неравномерно сжимаемых грунтах в сейсмических районах

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На основе анализа материалов инженерно-геологических изысканий, проектирования и строительства многоэтажных зданий в пойменной части реки Кубани (Республика Адыгея) разработан рациональный вариант фундаментов на неравномерно сжимаемых песчано-глинистых грунтах с сейсмичностью строительной площадки 8 баллов. Отличительная особенность предлагаемого варианта заключается в том, что в нем практически исключается действие горизонтальных сейсмических нагрузок (усилий) на головы свай, а вертикальные нагрузки от надземного строения равномерно распределяются на армированное основание многоэтажного здания.

2. Для оценки эффективности предложенного варианта фундаментов многоэтажных жилых зданий на неравномерно сжимаемых грунтах было проведено пространственное моделирование его работы с учетом фактического состояния свай и напластования грунтов основания. Эффективность предложенного варианта фундаментов подтверждена результатами проведенных натурных испытаний свай и данными выполненного геотехнического мониторинга.

Авторы статьи выражают благодарность заведующему кафедрой «Основания и фундаменты» Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина А.И. Полищуку за ценные советы и научное консультирование при подготовке материалов к публикации.

Библиографический список

1. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
2. Полищук А.И. Анализ грунтовых условий строительства при проектировании фундаментов зданий: науч.-практ. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 104 с.
3. Шадунц К.Ш., Мариничев М.Б. К расчету зданий и сооружений на сложных, неравномерно сжимаемых основаниях // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2003. – № 2. – С. 7–10.
4. Шадунц К.Ш., Мариничев М.Б. Плитные фундаменты многоэтажных зданий на просадочных грунтах // Жилищное строительство. – 2003. – № 11. – С. 16–18.
5. Попов А.О. Несущая способность и осадки грунтовых оснований, армированных вертикальными элементами // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 11. – С. 27–31.
6. Нуждин Л.В., Кузнецов А.А. Армирование грунтов основания вертикальными стержнями // Тр. Междунар. семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. – М.: Изд-во МГСУ, 2000. – С. 204–206.
7. Караулов А.М. Методика расчета вертикально армированного основания плитного фундамента // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. ПГАСА. – Пенза, 2002. – С. 66–69.
8. Мариничев М.Б., Ткачев И.Г. Разработка конструктивного решения вертикально армированного основания плитного фундамента высотного здания в сейсмическом районе // Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Новочеркасск: Политехник, 2015. – С. 272–281.
9. Мариничев М.Б., Ткачев И.Г., Шлее Ю. Практическая реализация метода вертикального армирования неоднородного основания для компенсации неравномерной деформируемости грунтового массива и снижения сейсмических воздействий на надземное сооружение [Электронный ресурс] // Политематич. сетевой электрон. науч. журнал Куб. гос. аграрн. ун-та (Науч. журнал КубГАУ). – Краснодар, 2013. – № 10(094). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/51.pdf>. (дата обращения: 17.04.2017).
10. Мариничев М.Б., Шадунц К.Ш., Маршалка А.Ю. Эффективные фундаментные конструкции в сложных грунтовых условиях // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 2. – С. 34–36.
11. Способ строительства свайно-плитных фундаментов в сейсмических районах: пат. Рос. Федерация 2300604 / Шадунц К.Ш., Мариничев М.Б., Демченко В.А. – Опубл. 07.10.2005.
12. Способ возведения свайно-плитного фундамента: пат. Рос. Федерация 2378454 / Шадунц К.Ш., Мариничев М.Б. – Опубл. 14.08.2008.
13. Russell D., Pierpoint N. An assessment of design methods for piled embankments // Ground Engineering. – 1997. – № 30 (11). – P. 39–44.
14. Hegg U., Jammilkowski M.B., Parvis E. Behavior of oil tanks on soft cohesive ground improved by vertical drains // Proc. 8-th ECSMFE. – 1983. – № 2. – P. 627–632.
15. Мариничев М.Б. Опыт реализации нестандартных методов проектирования и строительства фундаментов высотных зданий в сейсмических районах [Электронный ресурс] // Политематич. сетевой электронный науч. журнал Куб. гос. аграрн. ун-та (Науч. журнал КубГАУ). – Краснодар, 2017. – № 01 (125). – С. 623–657. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/43.pdf> (дата обращения: 17.04.2017).
16. Тер-Мартirosян З.Г., Струнин П.В. Усиление слабых грунтов в основании фундаментных плит с использованием технологии струйной цементации грунтов // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4. – С. 310–315.

References

1. Spravochnik geotehnika. Osnovaniya, fundamenty i podzemnyye sooruzheniya [Directory geotechnics. Bases, foundations and underground structures]. Moscow, ASV, 2014. 728 s.
2. Polishchuk A.I. Analiz gruntovykh uslovii stroitel'stva pri proektirovanii fundamentov zdaniy [Analysis of soil conditions of construction in the design of buildings foundations]: Nauchno-prakticheskoe posobie. Moscow, Izd-vo ASV, 2016. 104 s.
3. Shadunts K. Sh., Marinichev M. B. K raschetu zdaniy i sooruzhenii na slozhnykh, neravnomerno szhimaemykh osnovaniyakh [The calculation of buildings and structures lockated on composed non-uniform bases]. Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2003 No. 2. Pp. 7–10. (rus)
4. Shadunts K. Sh., Marinichev M. B. Plitnye fundamenty mnogoetazhnykh zdaniy na prosadochnykh gruntakh [Slab foundation of multi-storey buildings on subsiding soils]. Housing Construction Magazine. 2003. No. 11. Pp. 16–18. (rus)
5. Popov A.O. Nesushchaya sposobnost i osadki gruntovykh osnovaniy, armirovannykh vertikalnymi elementami [Bearing capacity and precipitation soil foundations reinforced vertical elements]. Industrial and Civil Engineering. 2014 No 11. Pp. 27-31. (rus)
6. Nuzhdin L.V., Kuznetsov A.A. Armirovaniye gruntov osnovaniya vertikalnymi sterzhnyami [The soil foundation reinforcement vertical bars], Trudy mezhdunarodnogo seminaru po mekhanike gruntov, fundamentostroyeniyu i transportnym sooruzheniyam. Moscow: Izd-vo MGSU, 2000. Pp. 204-206. (rus)

7. Karaulov A.M. Metodika rascheta vertikalno armirovannogo osnovaniya plitnogo fundamenta [Method of calculation of the vertically reinforced basement of slab foundation], Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii PGASA. Penza: Izd-vo PGASA, 2002. Pp. 66-69. (rus)

8. Marinichev M. B., Tkachev I. G. Razrabotka konstruktivnogo resheniya vertikal'no armirovannogo osnovaniya plitnogo fundamenta vysotnogo zdaniya v seismicheskom raione [Elaboration of constructive solutions for vertical reinforced base of slab foundation of high-rise building in seismic region] Proc. International Scientific-Technical Conference "Soil Mechanics and Foundation Engineering in Geotechnical Engineering". Novocherkassk: «Politekhnik» Publishing House, 2015. Pp. 272-281. (rus)

9. Marinichev M. B., Tkachev I. G., Shlee Yu. Prakticheskaya realizatsiya metoda vertikal'nogo armirovaniya neodnorodnogo osnovaniya dlya kompensatsii neravnomeranoi deformiruемости gruntovogo massiva I snizheniya seismicheskikh vozdeystvii na nadzemnoe sooruzhenie [Practical implementation of vertical reinforcement for non-homogeneous bases as a method to reduce non-uniform deformability of subsoil and compensate seismic loads to upper structure]. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2013. No. 10(094). Pp. 758–771. (rus) Available at: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/51.pdf>

10. Marinichev M. B., Shadunts K. Sh., Marshalka A. Yu. Effektivnye fundamentnye konstruksii v slozhnykh gruntovykh usloviyakh [Effective foundations in complex subsoil conditions]. Housing Construction Magazine. 2013. No. 2. Pp. 34-36. (rus)

11. Shadunts K. Sh., Marinichev M. B., Demchenko V. A. Sposob stroitel'stva svaino-plitnykh fundamentov v seismicheskikh raionakh [The method of construction of pile-raft foundation in seismic regions] Pat. Rus. Fed. N 2300604. Publ. 07.10.2005.

12. Shadunts K. Sh., Marinichev M. B. Sposob vozvedeniya svaino-plitnogo fundamenta [A method of construction of pile-raft foundation] Pat. Rus. Fed. N 2378454. Publ. 14.08.2008

13. Russell D., Pierpoint N. An Assessment of Design Methods for Piled Embankments // Ground Engineering. 1997. No. 30(11). Pp. 39-44

14. Hegg U., Jammilkowski M B., Parvis E. Behavior of oil tanks on soft cohesive ground improved by vertical drains // Proc. 8-th ECSMFE. 1983. No. 2. Pp. 627-632.

15. Marinichev M. B. Opyt realizatsii nestandartnykh metodov proektirovaniya I stroitel'stva fundamentov vysotnykh zdaniy v seismicheskikh raionakh [The experience of non-standard design and construction methods for the foundations of high-rise buildings in seismic regions]. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2017. No. 01(125). Pp. 623-657. (rus) Available at: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/43.pdf>

16. Ter-Martirosyan Z.G., Strunin P.V. Usileniye slabnykh gruntov v osnovanii fundamentnykh plit s ispolzovaniyem tekhnologii struynoy tsementatsii gruntov [Strengthening of weak soils in the bottom of base plates using the technology of jet grouting of soils], Vestnik MGSU. 2010. No. 4. Pp. 310-315. (rus)

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ

<i>А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, Е.В. Щекочихина, И.Ю. Кузьменко, Д.А. Чарыков, С.М. Адзиев</i>	
Оценка послепосадочного уплотнения лессовых пород при площадных инженерно-геологических изысканиях.....	3
<i>А.Н. Богомолов, О.А. Богомолова, А.А. Пристансков, В.В. Подтелков</i>	
Лабораторные исследования несущей способности и осадок основания «периодических» фундаментов	8
<i>Г.Г. Болдырев, В.А. Барвашов, И.Х. Идрисов</i>	
Комплексная технология инженерно-геологических изысканий.....	18
<i>О.М. Заборская</i>	
Изменение водопроницаемости торфяных грунтов во времени	29
<i>А.В. Мащенко, А.Б. Пономарев, Т.А. Спирова</i>	
Применение золы-уноса в качестве оснований фундаментов	33
<i>В.П. Дыба, Е.Г. Скибин, А.А. Заморев, Е.Ю. Вербицкая</i>	
Изменение коэффициента пористости грунта в процессе нагружения	40

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

<i>В.П. Дыба, М.П. Матвиенко</i>	
К расчету взаимодействия железобетонного фундамента с грунтовым основанием при предельной нагрузке.....	47
<i>Д.С. Бабин, А.М. Бургунтдинов</i>	
Совершенствование методов расчета устойчивости подъездных насыпей к мостовым сооружениям.....	54
<i>В.Е. Глушков, А.В. Глушков, И.В. Глушков, Н.Г. Мамаев</i>	
Вытрамбованные фундаменты в техногенных и заторфованных грунтах.....	62
<i>Д.М. Шапиро</i>	
Инженерный метод расчёта давления грунта на подпорные стенки	70
<i>Н.А. Перминов, А.Н. Перминов</i>	
Геотехническое обеспечение устойчивого функционирования длительно эксплуатируемых подземных сооружений в условиях слабых грунтов и интенсивных техногенных воздействий (опыт Санкт-Петербурга)	78
<i>О.А. Шулятьев, Д.К. Минаков</i>	
Технологические осадки при устройстве стены в грунте траншейного типа.....	88
<i>С.И. Евтушенко, В.Н. Пихур</i>	
Работа штампов на песчаном массиве	100

<i>Д.А. Татьянников, А.Б. Пономарев</i> Натурные штамповые испытания армированных фундаментных подушек	106
<i>В.В. Антипов, В.Г. Офрихтер, А.Б. Пономарев, О.А. Шутова</i> Численное моделирование динамики фундамента существующего здания от грузового автомобиля	114
<i>С.И. Маций, Д.В. Лейер, А.К. Рябухин</i> Защитные свайные сооружения опор эстакад, «обтекаемые» грунтом оползней	122
<i>В.И. Травуш, О.А. Маковецкий</i> Метод прогнозирования осадок высотных зданий по данным натурных наблюдений.....	133
<i>А.З. Тер-Мартirosян, З.Г. Тер-Мартirosян, И.Н. Лузин</i> Напряженно-деформированное состояние оснований фундаментов глубокого заложения	144
<i>В.В. Сидоров, К.Ю. Степанищев</i> Исследование взаимодействия баррет с основанием с учетом их размера и формы	151
<i>Я.А. Пронозин, В.М. Чикишев, Д.В. Рачков</i> Экспериментально-теоретическое обоснование уточненного метода послойного суммирования для определения осадки фундаментов мелкого заложения	163
<i>А.Н. Алехин, А.А. Алехин</i> Эффективный метод определения параметров феноменологической модели нелинейного деформирования грунта по данным полевых испытаний	175

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОТЕХНИКИ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

<i>И.А. Гандельсман, И.В. Козлов, Л.В. Закревская, П.А. Любин, С.В. Филиппов</i> Укрепление оснований местными материалами на основе магнийсодержащего сырья.....	184
<i>Н.А. Перминов, И.П. Сафонов, А.Н. Перминов</i> Инновационные геотехнологии обеспечения надежности и безопасности ремонта инженерно-транспортных сооружений без вывода их из эксплуатации.....	191
<i>А.Н. Власов, М.В. Королев, Д.Ю. Чунюк, П.М. Королев</i> Новая технология возведения сооружений на потенциально опасных оползневых склонах.....	195
<i>А.И. Полищук, А.А. Петухов</i> Классификация, численный анализ и практическое применение способов усиления фундаментов сваями в условиях реконструкции зданий.....	206
<i>Ф.Ф. Зехниев, Д.А. Внуков, А.И. Корпач</i> Преобразование грунтовых оснований с применением технологии глубинного перемешивания грунта.....	219

<i>С.Г. Богов</i>	
Проблемы формирования закрепленного массива грунта по струйной технологии для целей реконструкции и нового строительства.....	228
<i>Н.А. Перминов, И.П. Сафонов, А.Н. Перминов</i>	
Инновационная геотехнология восстановления водопропускных инженерных сооружений в сложных грунтовых условиях без вывода их из эксплуатации	238
<i>В.И. Клевеко, А.Р. Огородова, А.И. Калитина, М.Е. Кургульский</i>	
Усиление оснований для сохранения исторического квартала № 117 города Перми	245
<i>В.Ф. Бай, А.Ю. Лузин</i>	
Многоярусная система песчаных подушек с замкнутым армированием в качестве фундаментов для малоэтажных зданий.....	251
<i>Т.П. Кашарина, Д.В. Кашарин</i>	
Особенности проектирования конструкций из композиционных наноматериалов.....	258
<i>М.Б. Мариничев, И.Г. Ткачев</i>	
Принципы фундаментостроения многоэтажных жилых зданий на неравномерно сжимаемых пойменных участках в сейсмических районах.....	263
<i>А.Б. Пономарев, Е.Н. Сычкина</i>	
Анализ результатов первого этапа разработки программы магистратуры «Инновационные технологии малоэтажного строительства»	272
<i>А.Б. Пономарев, С.И. Вахрушев</i>	
Опыт разработки фондов оценочных средств для проведения промежуточной аттестации студентов по итогам производственной практики (направление подготовки 08.04.01 «Строительство», уровень магистратуры)	282
<i>О.А. Шутова, А.Б. Пономарев</i>	
Численное моделирование вибрационного воздействия автотранспорта на фундаменты зданий	292
<i>В.П. Перов, С.В. Перов</i>	
Опыт использования способа армирования слабого грунта жесткими элементами для снижения его сжимаемости.....	300
<i>М.В. Зотов, И.А. Кутасов, А.М. Зотов, М.Г. Скибин</i>	
Корректировка геометрического положения здания гидродомкратными системами методом подъема и опускания	304
<i>Л.В. Нуждин, К.В. Павлюк</i>	
Учет анизотропии грунтов при определении напряжений в основании фундаментов от рядом загруженных площадей.....	309
<i>А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, Е.В. Щекочихина, М.Д. Мозгунов, Д.А. Чарыков</i>	
Влияние диаметров тонкостенных задавливаемых грунтоносков на степень нарушения структуры образца лессового грунта	318
<i>Г.М. Скибин, В.А. Субботин</i>	
Усиление ленточного фундамента способом подведения фундаментной плиты с несъемной опалубкой.....	323

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

П.А. Аббасов

Результаты создания и направления дальнейших исследований по возведению свайных фундаментов из модульных свай высокой заводской готовности 326

А.Н. Гайдо

Особенности проектов производства работ по устройству свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки..... 333

Н.З. Готман, М.Н. Сафиуллин

Расчет и проектирование усиления плитного фундамента грунтоцементными сваями..... 343

С.А. Кудрявцев, Т.Ю. Вальцева, Д.О. Григорьев, А.Д. Мут, В.С. Ковшун

Исследование свайно-гравитационной конструкции автодороги в условиях деградации мерзлого состояния грунтов основания 351

И.И. Бекбасаров

О некоторых аспектах теоретического совершенствования динамического метода определения сопротивления свай 362

Н.З. Готман, В.С. Алехин, Ф.В. Сергеев

Определение предельного сопротивления основания сваи в составе группы свай 372

А. Zhussupbekov, Y. Ashkey, R. Bazilov, K. Borgekova

Analysis of testing of pile foundations in difficult ground conditions in Kazakhstan..... 381

А.Л. Готман, А.З. Гайсин

Исследование работы крупномасштабных буронабивных свай на горизонтальную нагрузку и их расчет 389

Л.В. Нурждин, В.С. Михайлов

Методы моделирования системы «свайный фундамент – грунтовое основание» в расчетном комплексе SCAD с учетом взаимного влияния свай 400

М.Г. Зерцалов, В.В. Знаменский, И.Н. Хохлов

Об особенностях расчетов несущей способности и перемещений буронабивных свай в скальных массивах при действии вертикальных и горизонтальных нагрузок 416

В.В. Знаменский, Е.П. Знаменская, Д.Ю. Чунюк, Д.Р. Халиуллина

К вопросу об оценке несущей способности забивных железобетонных свай стандартных сечений на горизонтальную нагрузку..... 429

Я.А. Пронозин, Р.В. Мельников, Ю.В. Наумкина, Л.Р. Епифанцева

Усиление свайных фундаментов переустройством в комбинированный с цементацией грунтового основания 439

М.А. Самохвалов, К.Е. Бекетова, А.Н. Беспрозванных

Расчётный прогноз взаимодействия буройнъекционных анкерных свай с пылевато-глинистым грунтовым основанием 449

<i>Р.В. Мельников, Н.Д. Корсун, Н.Ю. Киселёв, Д.Н. Давлатов</i>	
Исследование поведения многоэтажного жилого дома на свайных фундаментах в условиях неравномерного напластования слабых грунтов и насыпи	458
<i>И.Т. Мирсаяпов</i>	
Напряженно-деформированное состояние грунтового основания плитно-свайных фундаментов при циклическом нагружении	469
<i>М.А. Авдушева, А.Л. Невзоров</i>	
Об одной особенности статистической обработки результатов испытаний свай	477
<i>Mario Manassero, Andrea Dominijanni & Nicolò Guarena</i>	
Use of geosynthetic clay liners for pollutant control	481
<i>Eun Chul Shin, Jang Il Kim, Yura Gong</i>	
Stability analysis of tunnel for underground highways.....	494
<i>М. Метс, В. Ленник, Р. Неедо</i>	
Исследование совместной работы свай и ростверка на моделях	502

Научное электронное издание

ФУНДАМЕНТЫ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИЙ

**Материалы всероссийской национальной конференции
с международным участием**

(г. Пермь, 29–31 мая 2017 г.)

Корректоры *В.В. Мальцева, И.А. Мангасарова, И.Н. Жеганина*

Подписано к использованию 22.05.2017.

Тираж 70 экз. Заказ 112/2017.

Издательство

Пермского национального исследовательского
политехнического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.

Тел. (342) 219-80-33.