

Несущая способность моделей фундаментов на песчаном основании

УДК 624.151

Евтушенко Сергей Иванович

Д-р техн. наук, профессор, почетный работник высшего образования Российской Федерации, советник РААСН, профессор кафедры «Общеинженерные дисциплины» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск), член РОМГиФ; e-mail: evtushenko_s@novoch.ru

Скибин Геннадий Михайлович

Д-р техн. наук, профессор, декан Строительного факультета, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск)

Чутченко Светлана Генриховна

Старший преподаватель, кафедра «Промышленное и гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск); e-mail: frizula@yandex.ru

Статья получена: 12.11.2018. Рассмотрена: 15.11.2018. Одобрена: 21.11.2018. Опубликовано онлайн: 26.03.2019. ©РИОР

Аннотация. В статье продолжен обзор экспериментальных исследований, проведенных научной школой механики грунтов Новочеркасского политехнического института с 1962 г. по настоящее время. Исследования несущей способности песчаного основания проводились на различных моделях ленточных, круглых, отдельно стоящих и плитных фундаментов.

Ключевые слова: модель фундамента, предельная нагрузка, несущая способность основания, песчаное основание, выпор грунта, ленточный, круглый, столбчатый, плитный.

Исследования несущей способности песчаного основания в Новочеркасске проводятся вот уже почти 55 лет, и этот период можно

разделить на несколько этапов. На первом этапе была создана машина МФ-1, приборы и методика проведения исследований под руководством профессора Ю.Н. Мурзенко его первыми учениками, которыми параллельно решались задачи изучения контактных напряжений под фундаментами [1; 2]. Автоматизация опытов и новые тензометрические приборы вывели исследования второго поколения учеников Ю.Н. Мурзенко на новый уровень, и одновременно с изучением несущей способности основания были получены во всем интервале нагружения компоненты напряженно-деформированного состояния в массиве песчаного основания. Третий этап связан с исследованиями Г.М. Скибина, А.И. Субботина,

BEARING CAPACITY OF MODEL FOUNDATIONS ON SANDY GROUNDS

Sergey Evtushenko

Doctor of Engineering, Professor, Professor of Department «Industrial and Civil Engineering, Geotechnics and Foundation Engineering», Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocheerkassk; e-mail: evtushenko_s@novoch.ru

Gennady Skibin

Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Civil Engineering, Head of the Department «Industrial and Civil Engineering, Geotechnical Engineering and Foundation Engineering», Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocheerkassk

Svetlana Tschuttchenko

Senior Lecturer, Department «Industrial and Civil Engineering, Geotechnical Engineering and Foundation Engineering», Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocheerkassk; e-mail: frizula@yandex.ru

Manuscript received: 12.11.2018. **Revised:** 15.11.2018. **Accepted:** 21.11.2018. **Published online:** 26.03.2019. ©РИОР

Abstract. The article continues the review of experimental studies conducted by the scientific school of soil mechanics of Novocheerkassk Polytechnic Institute from 1962 to the present time. Studies of the bearing capacity of the sand base were carried out on various models of line, round, stand-alone and under the grid columns (plate).

Keywords: the model of the foundation, the ultimate load bearing capacity of the ground, sandy ground, the heaving of the soil, line, round bar, plate.

Е.Ю. Анищенко, Д.Н. Архипова, О.Н. Осиповой, Т.А. Крахмального, И.В. Чиж, И.В. Якименко, с которыми активно работали или руководили ими ученики Ю.Н. Мурзенко [3].

В качестве модели основания во всех опытах принят крупнозернистый песок, что позволило получать повторность опытов с основанием с достаточно близкими характеристиками. Большой объем экспериментальных данных с различными моделями при одинаковых начальных состояниях требует нового осмысления и анализа с учетом развития вычислительных методов и использования компьютеров. Для обеспечения повторности грунт из лотка после проведения каждого опыта вынимается на необходимую глубину и затем слоями укладывается с уплотнением до заданных параметров, которые контролировались иглой плотномера. Использование песка в качестве основания позволяло размещать в контактном слое и в массиве основания датчики для измерения параметров НДС с минимальными нарушениями однородности основания в полярной или декартовой системе [2].

Опыты с жесткими моделями ленточных фундаментов (штампов) проводил К.К. Куликов, через много лет с этими же моделями работал Г.М. Скибин [4]. Г.М. Скибин использовал три жестких штампа шириной 180 мм, что позволило исследовать распределение нормальных вертикальных и горизонтальных сжимающих напряжений вплоть до исчерпания несущей способности основания, которое сопровождалось выпором грунта [4]. Результаты опытов Г.М. Скибин сравнивал с верхними оценками несущей способности оснований ленточных фундаментов [5].

Модели круглых фундаментов, как жесткие, так и гибкие, первым исследовал в своих работах Г.М. Борликов, затем этим занимались Э.В. Аринина, В.В. Ревенко, Ю.В. Галашев [6; 7], Л.В. Краснояруженский [8; 9], а в настоящее время — О.Н. Осипова [10].

Ю.В. Галашев в опытах измерял составляющие тензора напряжений и тензора деформаций по оси круглого жесткого штампа до глубины 5,0 диаметров штампа [6]. Для измерения компонент деформированного состояния линейных Ю.В. Галашев использовал специально сконструированные датчики —

деформометры Д-2, размещенные в массиве песчаного основания [7]. Для обеспечения многократного использования датчиков предварительно проведено два опыта с доведением основания до разрушения (исчерпания несущей способности) [7]. При предельной нагрузке 1,35 МПа зафиксированы границы и величина выпора, что позволило выявить полную картину и механизм образования уплотненного ядра [7]. Л.В. Краснояруженский сравнил результаты измерения компонент деформированного состояния линейных деформаций с использованием деформометров Д-2 и результаты теоретического решения К.Е. Егорова [8]. В работе [9] на основании измерения линейных и сдвиговых деформаций построены эллипсы деформаций в радиальной плоскости и выявлена значительная неравномерность деформированного состояния основания. О.Н. Осипова в своей работе [10] дополнила результаты, полученные Л.В. Краснояруженским, сравнением с экспериментальными данными, полученными А.Л. Крыжановским и Ю.И. Хариним, и теоретическими положениями, полученными Ю.К. Зарецким и Б.Б. Ореховым.

Работу фундаментов под отдельную опору исследовал З.Я. Тарикулиев на жестких и гибких стальных моделях [3], еще позже под руководством С.И. Евтушенко жесткие штампы использовали в своих опытах Т.А. Крахмальный (поворот) [11–13] и В.Н. Пихур (раздвижка) [14–16].

Т.А. Крахмальный провел опыты с тремя жесткими квадратными металлическими штампами размерами 354 × 354 мм с установкой линейно (повтор опытов К.К. Куликова) и с поворотом на 45° [11]. Выявлено увеличение несущей способности основания за счет распределительной способности грунта. Анализ опытов позволил предложить целый ряд новых конструктивных решений фундаментов со сложной краевой зоной [12; 13].

В.Н. Пихур провел 12 опытов с двумя жесткими квадратными штампами размерами 354 × 354 мм с раздвижкой на расстояние 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 ширины штампов с измерением вертикальных нормальных напряжений до глубины 2,0 ширины штампа [14]. Эти опыты позволили изучить взаимовлияние двух фундаментов друг на друга. При расстоянии между

штампами меньше 2,0 ширины штампа необходимо учитывать соседний фундамент при определении вертикального давления по оси, проходящей через центр фундамента [15; 16].

Цементно-песчаные модели столбчатых фундаментов использовал в своей работе А.А. Цесарский [1]. Оценка несущей способности гибких фундаментов как упруго-пластических тел требует комплексного изучения параметров системы «фундамент-основание» и для их анализа предложено использовать график состояния системы. Анализ момента появления трещин в растянутой зоне бетона, перераспределения усилий между бетоном и арматурой в сочетании с тремя стадиями работы основания позволил выделить фазы работы гибких моделей фундаментов. В работе основания выявлена концентрация напряжений под проекцией стакана под колонну.

Комплексные исследования несущей способности железобетонных крупномасштабных моделей столбчатых фундаментов под отдельную опору с внецентренным приложением нагрузки изучал А.Ю. Мурзенко [17]. Модели изготавливались из бетона, прочность которого определялась по стандартной методике [18] и соответствовала марке 200. Несущую способность сборных железобетонных моделей таких же размеров в плане, но с разрезкой опорной плиты на два элемента и с подкладной плитой, изучал С.И. Евтушенко [19]. Позже Е.Ю. Анищенко изучал несущую способность сборных фундаментов со сплошной опорной и подкладной плитой [20]. Все модели доводились до разрушения, но выделить несущую

способность песчаного основания в этих опытах достаточно сложно.

Несущую способность плитных фундаментов под сетку колонн на железобетонных моделях в полном интервале нагружения исследовал С.И. Политов [21]. Отдельная серия опытов была посвящена изучению влияния на несущую способность системы «фундамент-основание» величины консольных участков в краевой зоне плиты, которая зависит от величины пролета (шага колонн) и жесткости фундаментной плиты.

Железобетонные модели структурного сборного плитного и гипсовые модели перекрестно-ленточного фундаментов исследовал С.И. Евтушенко [22], но, как и с моделями столбчатых фундаментов, разделение фаз работы фундамента и основания — достаточно сложная задача.

В.В. Шматков использовал в своих опытах модели сплошных плитных фундаментов, моделируя фундаменты значительной площади и конечной жесткости, выделяя среднюю (центральную) и краевую зоны [23]. Модель фундамента размерами 800 × 1500 × 10 мм изготавливалась из текстолита, но в его опытах основание до потери устойчивости не доводилось и изучалось напряженно-деформированное состояние краевой зоны [24; 25].

В настоящее время продолжается изучение несущей способности основания гибких и жестких фундаментов под отдельную колонну и подпорных стен с различными решениями краевой зоны и совершенствование конструктивных решений фундаментов [26].

Литература

1. Мурзенко Ю.Н. Расчет оснований зданий и сооружений в упруго-пластической стадии работы с применением ЭВМ [Текст] / Ю.Н. Мурзенко. — Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1989. — 135 с.
2. Мурзенко Ю.Н. Методика экспериментальных исследований совместной работы фундаментов и сжимаемого основания при статической нагрузке [Текст] / Ю.Н. Мурзенко // Экспериментальные исследования инженерных сооружений: матер. ко II симпозиуму (Ленинград, сентябрь 1969 г.). — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1969. — С. 12–21.
3. Евтушенко С.И. Исследование несущей способности моделей фундаментов на песчаном основании [Текст] / С.И. Евтушенко // Строительство и архитектура. — 2018. — Т. 6. — Вып. 3. — С. 22–28. — DOI: 10.29039/article_5bee8ab2477840.65600919.
4. Скибин Г.М. Экспериментальное исследование работы песчаного основания ленточных фундаментов [Текст] / Г.М. Скибин, Ю.Н. Мурзенко // Исследования и компьютерное проектирование фундаментов и оснований: Сб. науч. тр. — Новочеркасск: Изд-во НГТУ, 1996. — С. 53–57.
5. Дыба В.П. Верхние оценки несущей способности оснований ленточных фундаментов [Текст] / В.П. Дыба, Г.М. Скибин // Основания, фундаменты и механика грунтов. — 1997. — № 6. — С. 2–6.
6. Галашев Ю.В. Экспериментальные исследования глубины сжимаемой толщи основания, нагруженного круглым штампом [Текст] / Ю.В. Галашев, В.П. Дыба, А.Ю. Мурзенко // Экспериментально-теоретические исследования нелинейных задач в области оснований и фундаментов.

- Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1979. — С. 128–132.
7. *Галашев Ю.В.* Экспериментальное изучение деформаций песчаного основания под круглым жестким штампом [Текст] / Ю.В. Галашев // Взаимодействие сплошных фундаментных плит с грунтовым основанием. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1982. — С. 116–120.
 8. *Галашев Ю.В.* Анализ результатов экспериментально-теоретических исследований распределения деформаций в песчаном основании круглого жесткого штампа [Текст] / Ю.В. Галашев, Л.В. Краснояруженский, Т.В. Лазарева, С.Д. Ивашенко // Исследование и разработка методов расчета оснований и прочности фундаментов с применением нелинейных теорий деформирования. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1984. — С. 89–96.
 9. *Краснояруженский Л.В.* Исследование деформированного состояния песчаного основания под круглыми штампами [Текст] / Л.В. Краснояруженский, Ю.И. Дейнега // Исследование и расчеты оснований и фундаментов в нелинейной стадии работы. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1986. — С. 113–120.
 10. *Галашев Ю.В.* Сравнение результатов экспериментальных измерений деформаций и перемещений в песчаном основании под жестким штампом с теоретическим решением и опытами других авторов [Текст] / Ю.В. Галашев, О.Н. Осипова // Строительство и архитектура. — 2015. — Т. 3. — Вып. 1. — С. 7–11. — DOI: 10.12737/10851.
 11. *Евтушенко С.И.* Зависимость несущей способности песчаного основания от формы подошвы фундамента [Текст] / С.И. Евтушенко, А.Н. Богомолов, Т.А. Крахмальный // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство и архитектура». — 2011. — № 23. — С. 35–42.
 12. *Евтушенко С.И.* Конструирование опорных плит ленточных фундаментов с ломаным очертанием краевой зоны [Текст] / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный // Вестник МГСУ. — 2011. — № 5. — С. 171–176.
 13. *Евтушенко С.И.* Исследование работы ленточных фундаментов со сложной конфигурацией [Текст] / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный // Основания, фундаменты и механика грунтов. — 2017. — № 3. — С. 14–17.
 14. *Евтушенко С.И.* Экспериментальное изучение работы песчаного основания двух штампов при их раздвижке [Текст] / С.И. Евтушенко, В.Н. Пихур // Вестник ПНИИПУ. Строительство и архитектура. — 2017. — Т. 8. — № 2. — С. 109–118.
 15. *Евтушенко С.И.* Экспериментальное моделирование напряженно-деформированного состояния песчаного основания близко расположенных моделей столбчатых фундаментов [Текст] / С.И. Евтушенко, В.Н. Пихур // В сб.: Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении. Материалы Всероссийской научно-технической конф. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ (НПИ), 2012. — С. 182–189.
 16. *Богомолов А.Н.* Экспериментальные исследования разрушения моделей перекрестно-ленточного фундамента на песчаном основании [Текст] / А.Н. Богомолов, С.И. Евтушенко, В.Н. Пихур, Р.С. Нестеров // В сб.: Актуальные проблемы геотехники. Сборник статей, посвященный 60-летию профессора А.Н. Богомолова / Под ред. А.Н. Богомолова, А.Б. Пономарева, — Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2014. — С. 116–123.
 17. *Дуров И.С.* Экспериментальные исследования работы железобетонных внецентренно нагруженных столбчатых фундаментов каркасных зданий [Текст] / И.С. Дуров, А.Ю. Мурзенко, В.В. Шматков, З.Я. Тарикулиев // Исследование и расчеты оснований и фундаментов в нелинейной стадии работы. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1986. — С. 126–132.
 18. Испытания материалов и конструкций [Текст]: учеб. пособие. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ, 2007. — 231 с.
 19. *Мурзенко Ю.Н.* Экспериментальные исследования работы краевой зоны сборных фундаментов под отдельную колонну и сетку колонн на песчаном основании [Текст]: монография / Ю.Н. Мурзенко, С.И. Евтушенко. — Ростов н/Д: Изд-во журнала «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. — 248 с.
 20. *Мурзенко Ю.Н.* Результаты экспериментальных исследований совместной работы моделей железобетонных фундаментов под колонны зданий на песчаном основании [Текст] / Ю.Н. Мурзенко, С.И. Евтушенко, Е.Ю. Анищенко // Моделирование. Теория, методы и средства: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 9 апр. 2004 г. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ, 2004. — Ч. 4. — С. 43–49.
 21. *Политов С.И.* Особенности работы моделей плитных фундаментов под сетку колонн в полном интервале нагрузок [Текст] / С.И. Политов // Исследование и расчет оснований и фундаментов при действии статических и динамических нагрузок. Межвуз. сб. — Новочеркасск: НПИ, 1988. — С. 112–116.
 22. *Евтушенко С.И.* Изучение работы сплошных фундаментов из структурных элементов на моделях [Текст] / С.И. Евтушенко // Исследование и расчет оснований и фундаментов при действии статических и динамических нагрузок. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1988. — С. 103–107.
 23. *Мурзенко Ю.Н.* Экспериментально-теоретические исследования работы оснований моделей фундаментных плит каркасных зданий [Текст] / Ю.Н. Мурзенко, В.В. Шматков, А.Г. Хамаев // Исследование и разработка методов расчета оснований и прочности фундаментов с применением нелинейных теорий деформирования. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1984. — С. 37–49.
 24. *Мурзенко Ю.Н.* Исследование и расчет деформаций оснований сплошных плитных фундаментов в нелинейной стадии работы [Текст] / Ю.Н. Мурзенко, В.В. Шматков // Исследование и расчет оснований и фундаментов при действии статических и динамических нагрузок. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1988. — С. 4–13.
 25. *Субботин А.И.* Экспериментальное изучение развития сдвиговых деформаций в песчаном основании модели фундаментной плиты [Текст] / А.И. Субботин, В.В. Шматков, А.Ю. Мурзенко // Исследования и разработки по компьютерному проектированию фундаментов и оснований. Межвуз. сб. — Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1993. — С. 13–21.
 26. *Евтушенко С.И.* Результаты экспериментальных исследований работы ленточного фундамента на песчаном основании [Текст] / С.И. Евтушенко, С.Г. Чутченко, Р.Е. Скориков, Р.Т. Могушков // Известия ВУЗов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. — 2018. — № 2. — С. 84–89. — DOI: 10.17213/0321-2653-2018-2-84-89.

References

1. Murzenko Yu.N. *Raschet osnovaniy zdaniy i sooruzheniy v uprugoplasticheskoj stadii raboty s primeneniem EVM* [Calculation of the bases of buildings and structures in the elastic-plastic stage of work with the use of computers]. Stroyizdat Publ., 1989. 135 p.
2. Murzenko Yu.N. *Metodika eksperimental'nykh issledovaniy sovmestnoy raboty fundamentov i szhimaemogo osnovaniya*

- pri staticheskoy nagruzke [Methods of experimental studies of the joint work of the foundations and compressible base under static load]. *Ekspierimental'nye issledovaniya inzhenernykh sooruzheniy: mater. Ko II simpoziumu (Leningrad, sentyabr', 1969 g.)* [Experimental studies of engineering structures: mater. Ko II Symposium (Leningrad, September, 1969)]. Novoherkassk: NPI Publ., 1969, pp. 12–21.
3. Evtushenko S.I. Issledovanie nesushchey sposobnosti modeley fundamentov na peschanom osnovanii [Investigation of the bearing capacity of foundation models on a sandy foundation]. *Stroitel'stvo i arkhitektura* [Construction and Architecture]. 2018, V. 6, I. 3 (20), pp. 22–28. DOI: 10.29039/article_5bee8ab2477840.65600919.
 4. Skibin G.M., Murzenko Yu.N. Eksperimental'noe issledovanie raboty peschanogo osnovaniya lentochnykh fundamentov [Experimental study of the sandy foundations of strip foundations]. *Issledovaniya i komp'yuternoe proektirovanie fundamentov i osnovaniy: Novoherkasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet* [Research and computer-aided design of foundations and foundations: Novoherkassk State Technical University]. Novoherkassk: NGTU Publ., 1996, pp. 53–57.
 5. Dyba V.P., Skibin G.M. Verkhnie otsenki nesushchey sposobnosti osnovaniy lentochnykh fundamentov [Upper estimates of the bearing capacity of strip foundations bases]. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov* [Foundations, foundations and soil mechanics]. 1997, I. 6, pp. 2–6.
 6. Galashev Yu.V., Dyba V.P., Murzenko A.Yu. Eksperimental'nye issledovaniya glubiny szhimaemoy tolshchi osnovaniya, nagruzhennogo kruglym shtampom [Experimental studies of the depth of the compressible strata of the base, loaded with a round stamp]. *Ekspierimental'no-teoreticheskie issledovaniya nelineynykh zadach v oblasti osnovaniy i fundamentov* [Experimental and theoretical studies of nonlinear problems in the field of bases and foundations]. Novoherkassk: NPI Publ., 1979, pp. 128–132.
 7. Galashev Yu.V. Eksperimental'noe izuchenie deformatsiy peschanogo osnovaniya pod kruglym zhestkim shtampom [Experimental study of the deformations of the sand base under a round rigid stamp]. *Vzaimodeystvie sploshnykh fundamentnykh plit s gruntovym osnovaniem* [Interaction of solid base plates with a soil base]. Novoherkassk: NPI Publ., 1982, pp. 116–120.
 8. Galashev Yu.V., Krasnoyaruzenskiy L.V., Lazareva T.V., Ivashchenko S.D. Analiz rezul'tatov eksperimental'no-teoreticheskikh issledovaniy raspredeleniya deformatsiy v peschanom osnovanii kruglogo zhestkogo shtampa [Analysis of the results of experimental and theoretical studies of the distribution of deformations in the sandy basis of a round hard stamp]. *Issledovanie i razrabotka metodov rascheta osnovaniy i prochnosti fundamentov s primeneniem nelineynykh teoriiy deformirovaniya* [Research and development of methods for calculating the foundations and strength of foundations using nonlinear theories of deformation]. Novoherkassk: NPI Publ., 1984, pp. 89–96.
 9. Krasnoyaruzenskiy L.V., Deynega Yu.I. Issledovanie deformirovannogo sostoyaniya peschanogo osnovaniya pod kruglymi shtampami [Investigation of the deformed state of the sandy base under round stamps]. *Issledovanie i raschety osnovaniy i fundamentov v nelineynoy stadii raboty* [Research and calculations of the bases and foundations in the nonlinear stage of work]. Novoherkassk: NPI Publ., 1986, pp. 113–120.
 10. Galashev Yu.V., Osipova O.N. Sravnenie rezul'tatov eksperimental'nykh izmereniy deformatsiy i peremeshcheniy v peschanom osnovanii pod zhestkim shtampom s teoreticheskim resheniem i opytami drugikh avtorov [Comparison of the results of experimental measurements of deformations and displacements in a sandy base under a hard stamp with a theoretical solution and the experiments of other authors]. *Stroitel'stvo i arkhitektura* [Construction and Architecture]. 2015, V. 3, I. 1, pp. 7–11. DOI: 10.12737/10851.
 11. Evtushenko S.I., Bogomolov A.N., Krakhmal'nyy T.A. Zavisimost' nesushchey sposobnosti peschanogo osnovaniya ot formy podoshvy fundamenta [The dependence of the bearing capacity of the sand base on the shape of the base of the basement]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Building and Architecture]. 2011, I. 23, pp. 35–42.
 12. Evtushenko S.I., Krakhmal'nyy T.A. Konstruirovaniye opornykh plit lentochnykh fundamentov s lomanyim ochertaniem kraevoy zony [Construction of base plates of strip foundations with a broken outline of the marginal zone]. *Vestnik MGSU* [Boullletin MGSU]. 2011, I. 5, pp. 171–176.
 13. Evtushenko S.I., Krakhmal'nyy T.A. Issledovanie raboty lentochnykh fundamentov so slozhnoy konfiguratsiyey [Study of strip foundations with a complex configuration]. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov* [Grounds, Foundations and Soil Mechanics]. 2017, I. 3, pp. 14–17.
 14. Evtushenko S.I., Pikhur V.N. Eksperimental'noe izuchenie raboty peschanogo osnovaniya dvukh shtampov pri ikh razdvizhke [Experimental study of the work of the sand base of two dies with their separation]. *Vestnik PNIIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura* [Boullletin PNIIPU. Construction and architecture]. 2017, V. 8, I. 2, pp. 109–118.
 15. Evtushenko S.I., Pikhur V.N. Eksperimental'noe modelirovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya peschanogo osnovaniya blizko raspolozhennykh modeley stolbchatykh fundamentov [Experimental modeling of the stress-strain state of the sandy base of closely spaced models of column foundations]. *VMekhanika gruntov v geotekhnike i fundamentostroenii. Materialy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Mechanics of soils in geotechnics and foundation engineering. Materials of the All-Russian scientific and technical conference]. Novoherkassk: YuRGU (NPI) Publ. 2012, pp. 182–189.
 16. Bogomolov A.N., Evtushenko S.I., Pikhur V.N., Nesterov R.S. Eksperimental'nye issledovaniya razrusheniya modeley perekrestno-lentochnogo fundamenta na peschanom osnovanii [Experimental studies of the destruction of models of cross-strip foundation on a sandy base]. *Aktual'nye problemy geotekhniki. Sbornik statey, posvyashchenny 60-letiyu professora A.N. Bogomolova* [Actual problems of geotechnics. Collection of articles dedicated to the 60th anniversary of Professor A.N. Bogomolov]. Volgograd: VolgGASU Publ., 2014, pp. 116–123.
 17. Durov I.S., Murzenko A.Yu., Shmatkov V.V., Tarikuliev Z.Ya. Eksperimental'nye issledovaniya raboty zhelezobetonnykh vnetsentrenno nagruzhennykh stolbchatykh fundamentov karkasnykh zdaniy [Experimental studies of the work of reinforced concrete eccentrically loaded columnar foundations of frame buildings]. *Issledovanie i raschety osnovaniy i fundamentov v nelineynoy stadii raboty* [Study and calculations of the foundations and foundations in the nonlinear stage of work]. Novoherkassk: NPI Publ., 1986, pp. 126–132.
 18. Ispytaniya materialov i konstruktсий [Testing of materials and structures: studies]. *Novoherkasskiy gosudarstvennaya meliorativnaya akademiya* [Novoherkassk State Land Reclamation Academy]. Novoherkassk: YuRGU Publ., 2007. 231 p.
 19. Murzenko Yu.N., Evtushenko S.I. *Ekspierimental'nye issledovaniya raboty kraevoy zony sbornykh fundamentov pod otdel'nuyu kolonnu i setku kolonn na peschanom osnovanii* [Experimental studies of the work of the marginal zone of prefabricated foundations for a separate column and a grid of columns on a sandy foundation]. Rostov-on-Don: «Izvestiya Vuzov Severo-Kavkazskiy Region» Publ., 2008. 248 p.
 20. Murzenko Yu.N., Evtushenko S.I., Anishchenko E.Yu. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy sovmestnoy raboty modeley zhelezobetonnykh fundamentov pod kolonny zdaniy na peschanom osnovanii [Results of experimental studies of

- the joint work of models of reinforced concrete foundations for columns of buildings on a sandy foundation]. *Modelirovanie. Teoriya, metody i sredstva: materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Novocherkassk, 9 apr. 2004 g. Yuzhno-Rossiyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet (NPI)* [Modeling. Theory, methods and means: materials of the IV International Scientific and Practical Conference, Novocherkassk, April 9 2004. South-Russian State Technical University (NPI)]. Novocherkassk: YuRGU Publ., 2004, pp. 43–49.
21. Politov S.I. Osobennosti raboty modeley plitnykh fundamentov pod setku kolonn v polnom intervale nagruzok [Features of the operation of models of slab foundations for the grid of columns in the full range of loads]. *Issledovanie i raschet osnovaniy i fundamentov pri deystvii staticheskikh i dinamicheskikh nagruzok* [Research and calculation of the bases and foundations under the action of static and dynamic loads]. Novocherkassk: NPI Publ., 1988, pp. 112–116.
 22. Evtushenko S.I. Izuchenie raboty sploshnykh fundamentov iz strukturnykh elementov na modelyakh [Study of the work of solid foundations of structural elements on models]. *Issledovanie i raschet osnovaniy i fundamentov pri deystvii staticheskikh i dinamicheskikh nagruzok* [Research and calculation of bases and foundations under the action of static and dynamic loads]. Novocherkassk: NPI Publ., 1988, pp. 103–107.
 23. Murzenko Yu.N., Shmatkov V.V., Khamaev A.G. Eksperimental'no-teoreticheskie issledovaniya raboty osnovaniy modeley fundamentnykh plit karkasnykh zdaniy [Experimental and theoretical studies of the operation of the foundations of models of base plates of frame buildings]. *Issledovanie i razrabotka metodov rascheta osnovaniy i prochnosti fundamentov s primeneniem nelineynykh teoriy deformirovaniya* [Research and development of methods for calculating the foundations and strength of foundations using nonlinear theories of deformation]. Novocherkassk: NPI Publ., 1984, pp. 37–49.
 24. Murzenko Yu.N., Shmatkov V.V. Issledovanie i raschet deformatsiy osnovaniy sploshnykh plitnykh fundamentov v nelineynoy stadii raboty [Research and calculation of base deformations of continuous slab foundations in the nonlinear work stage]. *Issledovanie i raschet osnovaniy i fundamentov pri deystvii staticheskikh i dinamicheskikh nagruzok* [Research and calculation of bases and foundations under the action of static and dynamic loads]. Novocherkassk: NPI Publ., 1988, pp. 4–13.
 25. Subbotin A.I., Shmatkov V.V., Murzenko A.Yu. Eksperimental'noe izuchenie razvitiya sdvigovykh deformatsiy v peschanom osnovanii modeli fundamentnoy plity [Experimental study of the development of shear deformations in the sandy base of the model of the base plate]. *Issledovaniya i razrabotki po komp'yuternomu proektirovaniyu fundamentov i osnovaniy* [Research and development in computer-aided design of foundations and bases]. Novocherkassk: NPI Publ., 1993, pp. 13–21.
 26. Evtushenko S.I., Chutchenko S.G., Skorikov R.E., Mogushkov R.T. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy raboty lentochnogo fundamenta na peschanom osnovanii [The results of experimental studies of the operation of the strip foundation on a sandy foundation]. *Izvestiya VUZov. Severo-Kavkazskogo regiona. Tekhnicheskiiye nauki* [Izvestiya VUZ. North Caucasus region. Engineering science]. 2018, I. 2, pp. 84–89. DOI: 10.17213/0321-2653-2018-2-84-89.