

зовании как известных методов численного обращения преобразования Лапласа (метод Дурбина, Гавера – Стехвеста, Закиана, ускоренный метод Виддера, разложение в ряд Фурье применительно обращению преобразования Лапласа и др.), так и их модификаций. Предполагается, что созданная программа будет, исходя из структуры изображения, автоматически подбирать метод, позволяющий построить оригинал с наилучшей степенью точности. Кроме того, построенный алгоритм будет осуществлять проверку полученного результата путём применения альтернативного метода обращения, а также путём осуществления автоматического контроля практической сходимости результата. При вычислении интегралов типа свёрток предлагается создание и реализация высокоэффективных алгоритмов с применением быстрого преобразования Фурье. Ожидается, что предложенные алгоритмы позволят существенно расширить круг динамических и нестационарных задач обобщённой теории термоупругости, для которых станет возможным получить достоверные результаты расчётов. Для построения решений задач о нестационарных термосиловых воздействиях на тонкостенные элементы конструкций с усложнёнными свойствами разрабатываются оригинальные численно-аналитические методы и алгоритмы. С целью выработки конкретных рекомендаций для практического использования полученных результатов научной работы проводятся параметрические исследования в области динамики трёхслойных стержней с усложнёнными свойствами.

#### Список литературы

- 1 Lord, H. Generalized dynamical theory of thermoelasticity / H. Lord, Y. Shulman // J. Mech. Phys. Solids. – 1967. – Vol. 15. – P. 299–309.
- 2 Green, A. Thermoelasticity / A. Green, K. Lindsay // J. Elast. – 1972. – Vol. 2. – P. 1–7.
- 3 Green, A. A re-examination of the basic postulates of thermomechanics / A. Green, P. Naghdi // Proc. R. Soc. Lond. A. – 1991. – Vol. 432. – P. 171–194.
- 4 Green, A. Thermoelasticity without energy dissipation / A. Green, P. Naghdi // J. Elast. – 1993. – Vol. 31. – P. 189–208.
- 5 Quintanilla, R. Moore – Gibson – Thompson Thermoelasticity / R. Quintanilla // Math. Mech. Solids. – 2019. – Vol. 24. – P. 4020–4031. – DOI: <https://doi.org/10.3233/ASY-191576>.
- 6 Quintanilla, R. Moore – Gibson – Thompson Thermoelasticity with two temperatures / R. Quintanilla // Appl. Eng. Sci. – 2020. – Vol. 1. – 100006. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apples.2020.100006>.
- 7 Серпичева, Е. В. Математические модели нестационарных термодинамических процессов в тонкостенных элементах конструкций / Е. В. Серпичева, Г. В. Федотенков // Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред : материалы XXVIII Междунар. симпозиума им. А. Г. Горшкова. – М. : ТРИ, 2021. – Т. 2. – С. 122–124.

УДК 62-192:624.1

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ К РАСЧЕТУ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ И ОЦЕНКЕ ИХ НАДЕЖНОСТИ

### 3. СИРОЖИДДИНОВ

*Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт, Республика Узбекистан*

В статье проанализированы существующие вероятностные методы оценки несущей способности одиночных свай и свайных фундаментов (с учетом взаимного влияния).

Следует отметить, что из-за сложности проблемы имеется лишь ограниченное число работ, посвященных вероятностному расчету свайных фундаментов. Существует два подхода. В первом изучаются отдельные параметры изменчивости несущей способности (грунтовых условий) для определения проектной нагрузки на сваи при различных доверительных вероятностях [1, 2]. Второй, являясь более общим, исследует надежность (работоспособность) свайных фундаментов [4].

В работе [1] предложена методика вероятностно-статистической обработки результатов статических испытаний при определении проектной нагрузки на сваи. В [1] обсуждаются вопросы о критерии несущей способности сваи, необходимом числе испытаний и нормировании доверительной вероятности с учетом класса капитальности объекта и стадии проектирования.

Определению рационального объема статических испытаний при проектировании свайных фундаментов посвящена работа [2], где на основании статистической обработки результатов

статических испытаний свай в песчаных и пылевато-глинистых грунтах получены данные, не противоречащие гипотезе о нормальном законе распределения несущей способности свай.

Ко второму направлению относятся работы [3]. Используя теорию случайных процессов применительно к расчету несущей способности свай в грунтах, авторы установили значения коэффициента надежности, обеспечивающие заданные уровни надежности с учетом времени эксплуатации зданий и сооружений.

Также вероятностному расчету свайных фундаментов на произвольную комбинацию нагрузок посвящены труды других ученых. При оценке напряженно-деформированного состояния основания свайный куст рассматривался как плоская рама с абсолютно жестким ригелем – ростверком в упругопластической среде. Статистическая неоднородность основания характеризовалась коэффициентом постели, который определялся по результатам статического зондирования грунтов и описывался с использованием теории случайных функций.

Надежность свайных фундаментов (вероятность безотказной работы), принимая во внимание нормальный закон распределения внешней нагрузки и несущей способности свай, определяется с использованием известной в теории надежности структурной схемы надежности системы.

Более общий подход к прогнозированию надежности свайных фундаментов, с учетом всех возможных случайных величин, предлагается в работе [4].

Изучая имеющиеся предложения по вероятностному расчету свай и свайных фундаментов, можно отметить, что большинство работ посвящено отдельным частным вопросам. В ряде случаев в них имеются весьма условные допущения, а математический аппарат отличается большой сложностью, что затрудняет его практическое использование. В некоторых случаях отмечаются результаты, противоречащие логике и физической природе взаимодействия свайных фундаментов с грунтами основания.

Кроме того, в ряде работ не освещены такие важные вопросы, как достоверность входных параметров, от которых непосредственно зависит надежность свайных фундаментов: несущая способность одиночных свай и несущая способность свайного куста с учетом взаимного влияния свай, особенно при неоднородном основании, изменчивость и характер передачи нагрузок на фундамент. Эти вопросы являются ключевыми с позиции вероятностного подхода и требуют специального изучения для разработки метода количественной оценки надежности свайных фундаментов.

В статье [5] детально анализируются распространенные методики определения несущей способности забивных свай. Указывается, что таковыми являются практический (табличный) метод расчета и метод испытаний пробной статической нагрузкой. Отмечается, что табличные значения сопротивления грунтов под острием и по боковой поверхности свай в практическом методе расчета нуждаются в дальнейшем уточнении, поскольку при составлении их табличных значений не были учтены характеристики изменчивости и даже некоторые основные физические показатели грунтов (например, коэффициенты пористости). Метод оценки несущей способности свай по результатам испытаний пробной статической нагрузкой, хотя и является более точным, по-разному интерпретируется разными специалистами, и нет единого мнения по этому поводу. Подчеркивается, что понятие «несущая способность свай» не должно основываться на величинах, постоянных для всех случаев деформаций, или определяться в зависимости от конструктивных особенностей фундаментных конструкций (зданий или сооружений).

#### Список литературы

- 1 Бахолдин, Б. В. О вероятностно-статистическом подходе при определении проектной нагрузки на свай / Б. В. Бахолдин, И. З. Гольдфельд, Б. Л. Фаянс // Тр. НИИОСП. – М. : Стройиздат, 1975. – Вып. 65. – С. 153–157.
- 2 О рациональном объеме статических испытаний при проектировании свайных фундаментов / В. Е. Коваль [и др.] // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала : межвуз. сб. науч. тр. – Пермь : ППИ, 1983. – С. 35–39.
- 3 Хрусталеv, Л. Н. Назначение коэффициента надежности при расчете вечномерзлых оснований сооружений с чисто экономической ответственностью / Л. Н. Хрусталеv, Г. П. Пустовойт // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1985. – № 2. – С. 20–22.
- 4 Мазо, Б. М. Многокритериальная оценка надежности свайного фундамента / Б. М. Мазо, В. Б. Швец // Проблемы свайного фундаментастроения : тр. III Междунар. конф. Ч. I. – Пермь, 1992. – С. 143–146.
- 5 Сирожидинов, З. Особенности определения несущей способности забивных свай / З. Сирожидинов // Проблемы механики. – 2022. – № 1. – С. 16–24.