



Федеральная служба  
по экологическому, технологическому и атомному надзору  
(Ростехнадзор)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ПО АТТЕСТАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ  
ПРИ РОСТЕХНАДЗОРЕ



## АТТЕСТАЦИОННЫЙ ПАСПОРТ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Регистрационный номер 416 от 15 июня 2017 года

Настоящий аттестационный паспорт устанавливает назначение и область применения программного средства

**«SOLVIA SYSTEM 03»,**

которые указаны в разделе 2 приложения к настоящему аттестационному паспорту.

Аттестационный паспорт предоставлен

**Обществу с ограниченной ответственностью «ЦКТИ – Вибросейсм»  
(ООО «ЦВС»)**

Юридический адрес: 195220, Россия, г. Санкт - Петербург, ул. Гжатская, 9.

*Настоящий аттестационный паспорт действует при соблюдении условий  
Приложения, являющегося его неотъемлемой частью.*

Срок действия настоящего аттестационного  
паспорта:

до 15 июня 2027 года

Заместитель директора ФБУ «НТЦ ЯРБ»,  
председатель экспертного Совета  
по аттестации программных средств  
при Ростехнадзоре, канд. техн. наук



С.Н. Богдан

М.П. (подпись)

**ETSON**

EUROPEAN  
TECHNICAL SAFETY  
ORGANISATIONS  
NETWORK



Система  
менеджмента  
ISO 9001:2008



www.tuv.com  
ID 9105088067

## 1 Общие сведения

### 1.1 Название программного средства (далее – ПС)

SOLVIA SYSTEM 03.

### 1.2 Организация-разработчик ПС

SOLVIA Engineering AB, Швеция.

### 1.3 Сведения о депонировании ПС и его компонентов

«Замороженная» версия ПС депонирована на сервере ООО «ЦВС». По условиям лицензионного соглашения с компанией SOLVIA Engineering AB от 19 декабря 2014 г. у ООО «ЦВС» имеется только одна копия ПС, которая может быть установлена только на одном персональном компьютере.

### 1.4 Основание для выдачи аттестационного паспорта программного средства:

Обращение ООО «ЦВС» письмо от 15.04.2015 № ВС-015/101.

«Верификационный отчет по SOLVIA SYSTEM 03». – отчет ООО «ЦВС» в двух томах, архивный № REP01-03\_slv03/A. – 2016 г.

Анализ и оценка материалов, обосновывающих применение программного средства «SOLVIA SYSTEM 03». – Отчет ФБУ «НТЦ ЯРБ» № АО-110/2016. – Москва. – 2016. – 22 с.

Рекомендация секции № 6 «Расчеты строительных конструкций ОИАЭ и их реакции на внешние воздействия» экспертного Совета по аттестации программных средств при Ростехнадзоре о составе группы экспертов (протокол заседания от 14 мая 2015 года № С6-2/2015) и решение секции № 6 об утверждении результатов экспертизы (протокол заседания от 22 ноября 2016 года № 4/с6-2016).

Решение экспертного Совета по аттестации программных средств при Ростехнадзоре (протокол заседания от 15 июня 2017 года № 70).

Экспертиза и аттестация программного средства проведены в соответствии с требованиями руководящих документов Ростехнадзора РД-03-33-2008 и РД-03-34-2000.

### 1.5 Сведения о ранее выданных аттестационных паспортах ПС

Настоящий аттестационный паспорт выдан взамен аттестационного паспорта программного средства «SOLVIA SYSTEM 99.0» от 15.12.2005 № 207. Эксперты, проводившие экспертизу ПС в 2005 году: Бедняков В.Г., канд. техн. наук, ФБУ «НТЦ ЯРБ»; Белостоцкий А.М., д-р техн. наук, профессор, член - корр. РААСН; Джинчвелашвили Г.А., канд. техн. наук, доцент, РГОТУПС; Курков С.В., канд. техн. наук, с.н.с. ООО «НТП «ДИП»; Рубцов В.С., канд. техн. наук, ФБУ «НТЦ ЯРБ»; Сивохин И.С., канд. техн. наук; Сеницын Е.Н., д-р техн. наук, АО «ВНИИАМ»; Ткачев В.В., канд. техн. наук, НИЦ «Курчатовский институт».

## 1.6 Эксперты, проводившие экспертизу дополнительных верификационных материалов ПС

А.С. Гришин, канд. техн. наук, АО «Атомэнергопроект»;

В.С. Рубцов, канд. техн. наук, ФБУ «НТЦ ЯРБ».

## 2 Назначение и область применения ПС

### 2.1 Назначение ПС

ПС предназначено для расчетов строительных конструкций и оборудования объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) на основе метода конечных элементов, в том числе:

расчеты перемещений, деформаций, напряжений, усилий, возникающих в сечениях строительных конструкций, при силовых статических воздействиях;

расчеты с учетом переменных во времени динамических воздействий (заданных в виде акселерограмм, велосиграм, сейсмограмм), сил или давлений с определением перемещений, скоростей и ускорений точек конструкции, а также деформаций, напряжений, усилий, возникающих в сечениях конструкций;

определение высоты волны на поверхности воды, заполняющей полости конструкции, испытывающей динамические воздействия;

определение частот и форм собственных колебаний;

расчеты спектров ответа ускорений.

### 2.2 Область применения ПС по типу объекта использования атомной энергии

Здания, сооружения и оборудование ОИАЭ.

### 2.3 Область применения ПС по моделируемым режимам

Режимы, характерные для нормальных условий эксплуатации и нарушений нормальных условий эксплуатации. Верификация ПС проведена для расчетов следующих динамических воздействий на ОИАЭ: сейсмические воздействия и воздействия от удара объектов, задаваемые как переменные во времени сосредоточенные или распределенные силы в пятне удара.

### 2.4 Область применения ПС по параметрам расчета

ПС аттестовано для проведения расчетов с использованием следующих типов конечных элементов:

TRUSS	двухузловой стержневой элемент, работающий на растяжение-сжатие;
PLANE	двумерный плоский элемент плоской задачи теории упругости;
SOLID	трехмерный объемный элемент, с линейной и квадратичной аппроксимацией;
BEAM	трехмерный двухузловой балочный элемент с учетом сдвига;

ISOBEAM	трехмерный балочный элемент с промежуточными узлами;
PLATE	треугольный элемент пластины;
SHELL	оболочечный элемент, с линейной и квадратичной аппроксимацией;
SPRING	элемент пружины;
FLUID2	двумерный жидкостный элемент;
FLUID3	трехмерный жидкостный элемент.

Метод модальной суперпозиции при решении динамических задач для систем с неоднородным демпфированием ограничено В ПС значениями коэффициентов композитного модального демпфирования, не превышающими 0,2 (20% от критического).

При расчетах резервуаров, заполненных водой, моделирование движения свободной поверхности воды проводится в ПС без учета возможного удара волны о крышку резервуара.

Расчеты проводятся в предположении о том, что материал является однородным по сечению элементов конструкции.

ПС имеет следующие ограничения:

максимальный идентификационный номер для узлов в конечно-элементной модели объекта – 99 999 999;

максимальный идентификационный номер в группе элементов в конечно-элементной модели объекта – 999 999;

максимальный идентификационный номер группы элементов в конечно-элементной модели объекта – 999.

## 2.5 Погрешность, обеспечиваемая ПС в области его применения

Относительное отклонение результатов расчетов по ПС в приведенных в верификационном отчете тестах не превышает:

8 % для статических параметров напряженно-деформированного состояния в линейной постановке;

2 % для расчетов собственных частот колебаний;

11 % для динамических параметров напряженно-деформированного состояния;

1 % при вычислении спектров ответа, при сравнении максимальных ответных ускорений линейных осцилляторов, имеющих демпфирование 5 % от критического, с полученными значениями спектра ответа на частотах, соответствующих частотам осцилляторов для сопоставления по максимальному отклонению от эталонного значения.

Отклонения динамических расчетов резервуара с жидкостью составили:

15 % для усилий и напряжений в резервуаре;

6 % для давления в жидкости;

менее 1 % – для высоты волны на свободной поверхности воды;

1 % – для периода свободных колебаний воды.

При оценке погрешности получаемых по ПС результатов расчетов необходимо учитывать неопределенности исходных данных конкретного расчета, включая:

неопределенности физико-механических характеристик материалов;

неопределенностей геометрических характеристик, граничных условий и параметров нагружения.

### 3 Сведения о методиках расчета, реализованных в ПС

Расчеты в ПС проводятся с использованием метода конечных элементов.

При решении статических задач формируется система линейных уравнений, которая решается с использованием метода Гаусса. При решении динамических задач используется либо метод поиска определителя, либо метод итерации подпространств. Для интегрирования уравнений движения по времени используются следующие методы: метод Ньюмарка, метод центральных разностей, метод Вильсона, метод Хилбера – Хьюджеса.

При выполнении расчетов линейно-спектральным методом суммирование ответных модальных параметров по одному пространственному направлению сейсмического воздействия возможно по следующим правилам: среднеквадратичное суммирование, абсолютное суммирование, десятипроцентное суммирование, суммирование по двойной сумме, алгебраическое суммирование, либо суммирование по правилу CQC (Complete quadratic combination method). Суммирование ответных параметров по пространственным направлениям сейсмического воздействия осуществляется либо по методу среднеквадратичного суммирования, либо по абсолютной величине. При линейно-спектральном методе возможен учет высших форм колебаний, осуществляемый методом статической коррекции. При модальном интегрировании уравнений движения учет демпфирования в конструкциях осуществляется введением величин модального затухания, которые либо задаются для интересующего частотного диапазона, либо вычисляются программой на основе информации о модальных характеристиках затухания в различных материалах.

При прямом интегрировании уравнений движения формируется матрица демпфирования на основе локальных величин Рэлеевского демпфирования для различных материалов (если таковые введены в расчетную модель) или общих параметров демпфирования для всей модели.

### 4 Дополнительная информация

Возможности ПС по проведению термомеханических расчетов и расчетов с учетом физической и геометрической нелинейности не аттестуются.

Экспертный Совет

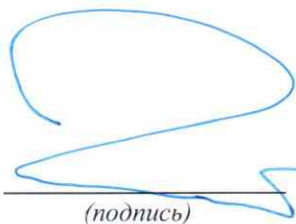
## 5 Пользователи ПС

Пользователями ПС являются специалисты следующих организаций, прошедшие соответствующее обучение по применению ПС:

ООО «ЦВС»;

ООО «Стивенсон и компаньоны».

Ученый секретарь экспертного Совета  
по аттестации программных средств  
при Ростехнадзоре, канд. техн. наук



(подпись)

С.А. Шевченко

Председатель секции № 6 «Расчеты  
строительных конструкций ОИАЭ и их  
реакции на внешние воздействия»  
экспертного Совета по аттестации  
программных средств при  
Ростехнадзоре, канд. техн. наук



(подпись)

С.С. Нефедов

Экспертный Совет