**АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЁТА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РОСТЕХНАДЗОРЕ**

**CERTIFICATION OF PROGRAMMS FOR SEISMIC ANALYSIS OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN ROSTECHNADZOR**

**Нефёдов С.С.**

к.т.н., ведущий научный сотрудник ФБУ «Научно-технический центр «Энергобезопасность»

**Шевченко С. А.**

к.т.н., начальник отдела ФБУ «Научно-технический центр «Энергобезопасность»

**Nefedov S.S.**

Ph.D. Leading Researcher, Scientific and Engineering Centre «Energobezopasnost»

**Shevchenko S.A.**

Ph.D. Chief of Division,

Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety

**Аннотация.** Приводятся сведения о системе аттестации программ для ЭВМ, которая функционирует в системе Росттехнадзора более 25 лет. Для проведения аттестации создан Экспертный совет, в состав которого входят тематические секции. Экспертиза программ для расчёта сейсмостойкости проводится в секции «Прочность и надежность строительных конструкций зданий и сооружений». Задачей секций является верификация программ, в основе которой лежит верификационный отчёт организации-Заявителя (разработчика или пользователя). Важнейший вопрос верификации – анализ верификационных тестов Заявителя, обосновывающих правильность и точность работы программы в заявленной области динамического анализа. Приводятся сведения о регламенте работы секции, а также перечень программ для расчёта сейсмостойкости зданий и сооружений, успешно прошедших аттестацию и обладающих действующими аттестационными паспортами.

**Abstract.** In this article information is presented about system of certification of computer programs existing at federal supervision body «Rostechnadzor». Special Expert council is organized to provide this certification. This Expert council includes thematic sections. Expertise of programs for seismic analysis is provided in section «Strength and reliability of constructions of buildings and structures». Section provides verification of programs on the base of verification report prepared by organization-Applicant (Author or User). The main part of verification is the analysis of verification tests, which are presented by Applicant to justify the adequacy and accuracy of program in the claimed field of dynamics. Information is presented about organization of the work. The list of programs for seismic analysis, which successfully passed the certification process and has the legal certification passports, is also presented.

**DOI 10.13753/2686-0045-2019-13-113-115**

23.05.2018 г. были приняты изменения к Федеральному закону «Об использовании атомной энергии» от 21.05.1995 № 170-ФЗ. Эти изменения закрепили на законодательном уровне процесс аттестации программ для ЭВМ (*далее* - программы), который функционирует в системе Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) более 25 лет. В процессе аттестации проводится экспертиза программ, применяемых для расчётных обоснований безопасности объектов использования атомной энергии (*далее* - ОИАЭ), в том числе – их сейсмостойкости. Использование в обоснованиях безопасности ОИАЭ неаттестованных программ может стать причиной замечаний при государственной экспертизе этих документов.

Для проведения аттестации программ в системе Ростехнадзора создан Экспертный совет. В составе Экспертного совета имеются тематические секции. Основная задача секции – верификация программ.

Программы для расчёта сейсмостойкости рассматриваются в секции «Прочность и надежность строительных конструкций зданий и сооружений». В состав данной секции входит более 30 опытных программистов и пользователей программ из ведущих научных, проектных организаций и организаций, эксплуатирующих ОИАЭ, в том числе 18 докторов и кандидатов наук. Члены секции представляют ведущие организации в области расчётных анализов прочности и надёжности строительных конструкций зданий и сооружений ОИАЭ Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода. В основе деятельности секции лежит коллективное обсуждение и совместное принятие решений по вопросам верификации программ.

Верификация программ включает не только их формальную приёмку, но также анализ использованных методик динамического анализа и реализующих их авторских алгоритмов, их соответствие международным рекомендациям в области использования атомной энергии, в том числе в таких аспектах динамики, как вклад высших форм колебаний, адекватный учёт демпфирования и др.

В основе верификации программы лежит верификационный отчёт, подготовленный организацией-Заявителем. Важнейший вопрос верификации – достаточность представленных верификационных тестов для обоснования правильности работы программы в заявленной области динамического анализа. Часто верификационные отчёты базируются на малых задачах динамики с известными аналитическими решениями: колебания балок и пластин различной формы. Для программ, претендующих на выполнение проектных расчётов сложных и ответственных сооружений, такая верификационная база недостаточна. Необходима также апробация программ (валидация) путём сопоставления результатов расчёта с экспериментальными данными: с натурными частотами собственных колебаний сооружений, с амплитудно-частотными характеристиками реальных объектов и т.п. В процессе верификации может потребоваться выполнение дополнительных тестов, предложенных членами секции.

В общем случае процедура рассмотрения заявленной к аттестации программы состоит из следующих этапов:

1. Представление программы Заявителем на заседании секции и принятие решения о соответствии программы тематике секции; определение круга динамических задач, на решение которых претендует программа (тематики верификации), и кандидатур экспертов по ним. При определении кандидатур экспертов по каждому вопросу тематики учитывается опыт и область научных интересов того или иного специалиста ***(работа секции)***.

2. Экспертиза верификационных материалов экспертами в соответствии с порученным вопросом (анализ частот и форм собственных колебаний, анализ сейсмостойкости линейным спектральным методом, синтез акселерограмм, расчёт 3

спектров ответа, анализ динамической реакции сооружения на воздействие акселерограмм и др.) с подготовкой экспертных заключений ***(работа Экспертов)***.

3. Обсуждение и утверждение на заседании секции экспертных заключений ***(работа секции)***.

4. Корректировка Заявителем верификационных материалов или самой программы с учётом замечаний экспертных заключений (при наличии замечаний); согласование корректировок с Экспертами ***(работа Заявителя с Экспертами)***.

5. Рассмотрение результатов работы по корректировке верификационных материалов и программы на заседании секции; принятие решения - рекомендовать президиуму Экспертного совета аттестовать программу или отказать в аттестации в связи с выявленными в процессе экспертизы недостатками ***(работа секции)***.

Итоговым документом аттестации является аттестационный паспорт программы, проект которого разрабатывается Заявителем. По результатам верификации он уточняется, в том числе уточняются область применения программы и данные о погрешностях расчётов.

Окончательное решение по аттестации программы принимает президиум Экспертного совета.

Члены секции участвуют в её работе на общественных началах. Необходимые расходы (командировки и пр.) оплачивают направившие их организации. Работа Экспертов оплачивается Заявителем.

В табл.1 представлен список программ для динамического расчёта и расчёта сейсмостойкости зданий и сооружений, успешно прошедших аттестацию и обладающих действующими аттестационными паспортами.

Табл. 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Срок действия паспорта | | Наименование | Область динамического анализа |  |
| 13.05.10 | 13.05.20 | ABAQUS 6.7 | Расчёт собственных частот и форм, расчёт Динамической реакции строительных конструкций зданий и сооружений в линейной постановке на основе метода конечных элементов. | |
| 21.11.13 | 21.11.23 | STARDYNE, |
|  |  | версия 5.11 |
| 14.10.14 | 14.10.24 | MSC.Nastran, |
|  |  | версия 2012.2 |
| 08.12.16 | 08.12.26 | ANSYS |
|  |  | Mechanical |
|  |  | (версия 14.5) |
| 15.06.17 | 15.06.27 | SOLVIA |
|  |  | SYSTEM 03 |
| 21.11.13 | 21.11.23 | MicroFe, | То же + линейный спектральный расчёт сейсмостойкости по методике СП 14.13330 (СНиП II-7-81). | |
|  |  | версия 2012 |
| 15.06.17 | 15.06.27 | SCAD Office, |
|  |  | версия 21.1 |
| 09.10.12 | 09.10.22 | SASSI2000 | Расчёт сейсмических воздействий на здания и сооружения с учётом взаимодействия с основанием | |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 02.12.14 | 02.12.24 | AGA | Расчет спектра ускорений фундамента по заданной акселерограмме. | |
|  |  |  |
| 02.12.14 | 02.12.24 | SHAKE, | Расчет сейсмических ускорений в различных точках грунтового основания по заданной акселерограмме | |
|  |  | версия AGT |
|  |  |  |