



ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

**Сборник статей
по итогам
Международной научно-практической конференции
14 июня 2021 г.**

Стерлитамак, Российская Федерация
Агентство международных исследований
Agency of international research
2021

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

И 665

И 665

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Иркутск, 14 июня 2021 г.). - Стерлитамак: АМИ, 2021. - 260 с.

ISBN 978-5-907369-97-9

Сборник статей подготовлен на основе докладов Международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ», состоявшейся 14 июня 2021 г. в г. Иркутск.

Научное издание предназначено для докторов и кандидатов наук различных специальностей, преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистрантов, практикующих специалистов, студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе, педагогической и учебной деятельности.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей, за соблюдение законов об интеллектуальной собственности и за сам факт их публикации. Редакция и издательство не несут ответственности перед авторами и / или третьими лицами и / или организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Полнотекстовая электронная версия сборника размещена в свободном доступе на сайте <https://ami.im>

Издание постатейно размещено в научной электронной библиотеке elibrary.ru по договору № 1152 - 04 / 2015К от 2 апреля 2015 г.

ISBN 978-5-907369-97-9

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

© ООО «АМИ», 2021
© Коллектив авторов, 2021

машиностроения. Труды XII Международной научно - технической конференции. Под редакцией А.Ю. Арляпова. 2019. С. 260 - 264.

4. Особенности открытия файлов LLD. Электронный ресурс <https://submitfile.com/ru/file-extension/llb>. Дата обращения 10.06.2021г

© Епифанцев К.В., Куриков Д.А., 2021

Жданов Л.Е.

обучающийся 5 курса

Архитектурно - строительного института.

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк, Российская Федерация

Научный руководитель: Аleshina Е.А.

к.т.н., доцент,

доцент кафедры инженерных конструкций,

строительных технологий и материалов.

Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк, Российская Федерация

Zhdanov L. E.

5th year student

Institute of Architecture and Construction.

Siberian State Industrial University,

Novokuznetsk, Russian Federation

Supervisor: Aleshina E. A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate

Professor of the Department of Engineering Structures,

Construction Technologies and Materials.

Siberian State Industrial University,

Novokuznetsk, Russian Federation

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
СПОСОБОВ ЛИНЕЙНОГО РАСЧЕТА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ПК ЛИРА - САПР И SCAD (НА ПРИМЕРЕ ПЛИТ)**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS
OF LINEAR CALCULATION OF FINITE ELEMENTS
IN THE PC LIRA - SAPR AND SCAD (USING THE EXAMPLE OF SLABS)**

Аннотация

В настоящее время повышается интерес к строительству и реконструкции уникальных зданий и сооружений. При проектировании таких объектов необходимо выполнять расчеты строительных конструкций как минимум в двух различных программных комплексах. При этом могут возникать отклонения в полученных результатах. Цель работы – выявить возможные причины отклонений в результатах расчетов строительных конструкций в программных комплексах (ПК) ЛИРА - САПР и SCAD. В данной статье представлен сравнительный анализ методик расчета плоских элементов (плит) в ПК ЛИРА - САПР и SCAD.

Ключевые слова

Программный комплекс, ЛИРА - САПР, SCAD, плита, конечные элементы.

Аннотация

Currently, there is an increasing interest in the construction and reconstruction of unique buildings and structures. When designing such objects, it is necessary to perform calculations of building structures in at least two different software packages. In this case, there may be deviations in the results obtained. The purpose of the work is to identify possible causes of deviations in the results of calculations of building structures in the software complexes (PC) LIRA - CAD and SCAD. This article presents a comparative analysis of the methods of calculating flat elements (plates) in the PC LIRA - SAPR and SCAD.

Keywords

Software package, LIRA - CAD, SCAD, slab, finite elements.

Большинство программных комплексов основано на методе конечных элементов (МКЭ). В МКЭ исследуемая конструкция условно разбивается на отдельные части – конечные элементы (КЭ), соединяющиеся между собой в узлах. Совокупность соединенных между собой и прикрепленных к основанию КЭ образуют расчетную схему или конечноэлементную модель [1, с. 5].

Хотя большинство программных комплексов и основано на МКЭ, но способы его реализации в них отличаются. В данной статье рассмотрен МКЭ на примере конечных элементов для линейного расчета плит в программных комплексах SCAD и ЛИРА - САПР.

Задачи работы:

1. Систематизировать виды конечных элементов плит, применяемые в ПК ЛИРА - САПР и SCAD.

2. Выявить сходства и различия в способах линейного расчета плит.

В ПК SCAD и ЛИРА - САПР существуют как общие КЭ плит (рис. 1), так и дополнительные КЭ, представленные в ПК SCAD (рис.2).

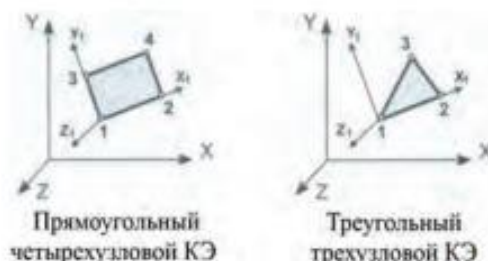


Рисунок 1 – Общие (универсальные) КЭ



Рисунок 2 – Дополнительные КЭ, представленные в ПК SCAD

Для расчета плит в программных комплексах предусмотрены КЭ тонких пластин. Пластина считается тонкой, если $5 \leq L_{min} / \delta$, где L_{min} – наименьший размер плиты в плане, δ – ее толщина [2, с. 20]. В ПК ЛИРА - САПР и SCAD приняты следующие характеристики элемента: материал однороден по толщине и линейно упругий; может быть изотропный, ортотропный или анизотропный. Решение задач изгиба тонких пластин в обоих программных комплексах основано на теории пластин Кирхгофа - Лява, в которой деформации выражаются через одну неизвестную – прогиб $w(x, y)$ [3, с. 88]. Реализуется в ПК ЛИРА - САПР для КЭ № 11, 12, в SCAD для КЭ № 11 - 20.

В ПК ЛИРА - САПР при решении задач изгиба тонких пластин дополнительно исходят из допущений, принятых при построении инженерной теории тонких пластин [2, с. 20]:

- гипотезы о прямых нормальных Кирхгофа - Лява ($\epsilon_{xz} = \epsilon_{yz} = 0$);
- гипотезы о вертикальном смещении точек срединной плоскости пластины;
- гипотезы об отсутствии поперечного давления ($\sigma_z = 0$);
- плоское напряженное состояние.

Функционал полной потенциальной энергии изгибаемой пластины при таких допущениях и при нулевых граничных условиях имеет вид:

$$\Pi(w) = \frac{1}{2} \iint_{\Omega} (M_x \chi_x + M_y \chi_y + 2M_{xy} \chi_{xy}) d\Omega - \iint_{\Omega} f w d\Omega,$$

где $M_x = \int_z \sigma_z z dz$, $M_y = \int_z \sigma_y z dz$, $M_{xy} = \int_z \tau_{xy} z dz$ – погонные изгибающие моменты относительно осей Y и X, а также погонный крутящий момент, представляющий собой интегральные характеристики нормальных и касательного напряжений в направлении осей X и Y;

$$\chi_x = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \chi_y = \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}, \chi_{xy} = \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - \text{кривизны срединной поверхности в направлении осей X и Y};$$

$f(x, y)$ – функция внешней нагрузки, ортогональной к срединной поверхности пластины;

$w(x, y)$ – функция прогибов по области срединной поверхности пластины;

$$z - \text{отрезок} \left[-\frac{\delta}{2}, \frac{\delta}{2} \right].$$

В библиотеке ПК SCAD помимо тонких пластин присутствуют КЭ для расчета плит средней толщины (КЭ №111 - 120), реализующие теорию Рейснера - Мидлина.

В теории Рейснера - Мидлина, применяемой в ПК SCAD, где не выполняется гипотеза о сохранении нормали к деформированной поверхности, неизвестными являются три функции: прогиб $w(x, y)$ и два угла поворота нормали к поверхности $\beta_x(x, y)$ и $\beta_y(x, y)$ [3, с. 88]. Полная потенциальная энергия элемента определяется по формуле:

$$\Pi^{(e)} = \frac{1}{2} \int_V \epsilon^T M \epsilon dV - \int_V u^T p dV - \int_S u^T q dS,$$

где p и q – векторы объемных и поверхностных сил;

значения перемещений u , деформаций ϵ и напряжений σ определяются следующим образом [3, с. 89]:

$$u = [w, \beta_x, \beta_y]^T, \epsilon = [\gamma_{xz}, \gamma_{yz}, \chi_{xx}, \chi_{yy}, \chi_{xy}]^T, \sigma = [Q_x, Q_y, M_x, M_y, M_{xy}]^T.$$

Деформации ϵ выражаются через перемещения u :

$$\gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} + \beta_x, \gamma_{yz} = \frac{\partial w}{\partial y} + \beta_y,$$

$$\chi_{xx} = -\frac{\partial \beta_x}{\partial x}, \chi_{yy} = \frac{\partial \beta_y}{\partial y}, \chi_{xy} = -\frac{\partial \beta_x}{\partial y} + \frac{\partial \beta_y}{\partial x}.$$

Напряжения σ от деформаций ε для изотропного тела зависят следующим образом:

$$Q_x = Gkh\gamma_{xz}, Q_y = Gkh\gamma_{yz}, k = \frac{5}{6},$$

$$M_x = D\chi_{xx}, M_y = D\chi_{yy}, M_{xy} = \frac{1}{2}(1-\nu)D\chi_{xy},$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} - \text{изгибная жесткость пластины.}$$

Выводы:

1. Систематизированы виды конечных элементов плит в ПК ЛИРА - САПР и SCAD.
2. Выявлены основные различия в методиках расчета конечных элементов плит.

Список использованной литературы

1. А.О. Шимановский, А.В. Путятю. Применение метода конечных элементов в решении задач прикладной механики. М.: БелГУТ, 2008. 61 с.
2. Е.Б. Стрелец - Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов, А.С. Городецкий. ЛИРА - САПР. Книга I. Основы. М.: LIRALAND, 2019. 154 с.
3. В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, А.В. Перельмутер, М.А. Перельмутер, С.Ю. Фиалко. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++. М.: СКАД СОФТ, 2015. 848 с.

© Жданов Л.Е., 2021

Иващенко Г.И.

Аспирант 1 курса

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» г. Самара

Гумбатов В.Г.

Аспирант 1 курса

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» г. Самара

Научный руководитель: Анфилофьев Б.А.

к.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» г. Самара

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ

Аннотация.

В статье обоснована актуальность изучения и расчёта профессиональных рисков в ОАО «РЖД». Приведены основные методики расчёта профессиональных рисков.

Ключевые слова:

охрана труда, специальная оценка условий труда, риск, профессиональный риск.

Жданов Л.Е. Zhdanov L. E. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЛИНЕЙНОГО РАСЧЕТА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПК ЛИРА - САПР И SCAD (НА ПРИМЕРЕ ПЛИТ) COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF LINEAR CALCULATION OF FINITE ELEMENTS IN THE PC LIRA - SAPR AND SCAD (USING THE EXAMPLE OF SLABS)	106
Иващенко Г.И., Гумбатов В.Г. ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СФЕРЕ	109
Игнатъева Е.И., Гордеев К.Е. ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	114
Абдувахобов Д.А., Имомов М.Х., Исматуллаев К.К., Акбаралиев Х.Х. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОТЫ РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ ЗУБЬЯМИ ЗУБОВОЙ БОРОНЫ, КОПИРУЮЩЕЙ РЕЛЬЕФ ПОЛЯ	117
Кашкарев А.С., Перфильева П.В., Оленцевич В.А. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ	120
Мельшиян М. А. МОНИТОРИНГ УТЕЧЕК КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ КОНКУРЕНТНОЙ РАЗВЕДКИ	123
Мостовой Д.Н. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРКИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ПРИ СУДОРЕМОНТЕ	127
Муравьев И.Е. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДНА	129
Муртазалиева М.Р. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРА ОТ ВИРУСОВ	131
Родионова Т.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБОЛОЧКИ И ЕЕ РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДЛЯ ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА СОВРЕМЕННОГО ИСКУССТВА В г. ЧЕБОКСАРЫ	133
Топильский А.А. СРАВНЕНИЕ ВЫБОРА СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ	140

Научное издание

Сборник статей по итогам Международной
научно-практической конференции

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В авторской редакции

Авторы дали полное и безоговорочное согласие по всем условиям Договора о публикации материалов, представленного по ссылке <https://ami.im/politika-agentstva/public-offer/>

Подписано в печать 16.06.2021 г. Формат 60x84/16.

Печать: цифровая. Гарнитура: Times New Roman

Усл. печ. л. 15,11. Тираж 500. Заказ 597.



АГЕНТСТВО МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

453000, г. Стерлитамак, ул. С. Щедрина 1г.

<https://ami.im> || e-mail: info@ami.im || +7 347 29 88 999

Отпечатано в издательском отделе

АГЕНТСТВА МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

450076, г. Уфа, ул. М. Гафури 27/2