

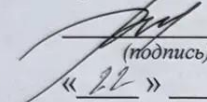
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ

«Проектирование и информационное моделирование зданий и сооружений»

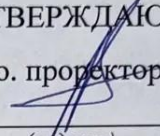
СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОНиПКРС

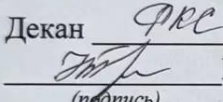

Е.М. Димитриади
(подпись)
« 22 » 05 20 26 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе

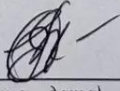

А.В. Космынин
(подпись)
« 22 » 05 20 26 г.

Декан


Н.В. Гринкруг
(подпись)
« 22 » 05 20 26 г.


«Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и
STARK ES для расчетов строительных конструкций»
Комплект проектной документации

Руководитель СКБ


(подпись, дата)

Е.В. Журавлева

Руководитель проекта


(подпись, дата)

Ю.Н. Чудинов

Комсомольск-на-Амуре 2026

Карточка проекта

Название	Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и STARK ES для расчетов строительных конструкций
Тип проекта	По заказу предприятия
Исполнители	Студент Э. Д. Газиева гр. 0УЗ-1 <i>Э. Д. Газиева</i>
Срок реализации	январь 2026 – май 2026

Исходная информация

Исходные данные	Проектная документация конструктивного раздела (пояснительная записка, чертежи)
Типы проводимых расчетов	Статический, динамический, конструктивный
Область использования	Проектирование зданий и сооружений
Регламентирующие документы	<p>Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013)</p> <p>СП 131.13330.2020 Строительная климатология;</p> <p>СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения;</p> <p>СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные;</p> <p>СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования;</p> <p>СП 4.13130.2020 Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям;</p> <p>СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.</p> <p>СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Название проекта: Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и STARK ES для расчетов строительных конструкций.

Назначение: Разработка методической документации (алгоритмов расчета) на примере проекта 26-этажного многофункционального здания в городе Владивосток, согласно требованиям постановления Правительства Российской Федерации № 331 от 5 марта 2021 г. "Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства"

Область использования: Расчеты несущих конструкций зданий и сооружений


Типы проводимых расчетов: статический, динамический, конструктивный

Применяемые САПР -системы: программа «MathCAD», ПК «САПФИР», ПК «Лира-САПР», ПК «STARK ES».

План работ:

Наименование работ	Срок
Сравнительный анализ основного функционала ПК Лира-САПР и ПК STARK ES	январь 2026 – февраль 2026
Проведение расчетов строительных конструкций с применением ПК Лира-САПР и ПК STARK ES. Разработка методических рекомендаций (алгоритмов расчета)	март 2026 – апрель 2026

Руководитель проекта



(подпись, дата)

Ю.Н. Чудинов

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПРОЕКТ
Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и
STARK ES для расчетов строительных конструкций

Руководитель проекта



(подпись, дата)

Ю.Н. Чудинов

Комсомольск-на-Амуре 2026

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		5

Содержание

Введение.....	7
1 Архитектурно - конструктивный раздел.....	8
1.1 Общие данные.....	8
1.2 Объемно - планировочное решение.....	8
1.3 Описание конструктивной схемы здания.....	11
2 Расчётно – конструктивный раздел.....	12
2.1 Общий данный.....	12
2.2 Сбор нагрузок.....	13
2.3 Информационные модель.....	14
3 Сравнительный анализ применения программных комплексов	
Лири-САПР и STARK ES для расчетов строительных конструкций.....	16
3.1 Особенности организации работы в ПК «STARK ES»	16
3.2 Интерфейс ПК «STARK ES»	17
3.3 Процедура передачи расчетных файлов из ПК «Лири-САПР» в ПК «STARK ES»	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А «Статья»	30
ПРИЛОЖЕНИЕ Б «Заявка на разработку ВКР»	34

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		6

ВВЕДЕНИЕ

Программные комплексы ЛИРА-САПР и STARK ES — это инструменты для численного моделирования и расчёта строительных конструкций на основе метода конечных элементов (МКЭ). Эти комплексы реализуют различные алгоритмы метода конечных элементов, но могут использоваться совместно для повышения качества расчётов и проверки результатов.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

1 Архитектурно - конструктивный раздел

1.1 Общие данные

В данном разделе размещена информация об архитектурных и объёмно-планировочных решениях объекта капитального строительства, внешнем виде и внутренней отделки помещений.

Принятые в проекте решения соответствуют:

- СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения»;
- СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные»;
- Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
- СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;
- СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования»;
- СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности»;
- СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»;
- СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
- СП 4.13130.2013 «Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям».
- Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;

1.2 Объёмно – планировочное решение

В объёмно-планировочном решении разработано здание двадцати пяти-этажное с угловатым квадратным фасадом. Размеры здания: в осях 1-11 – 28,4 м; в осях А-Н - 30 м; высота этажа 3 м; высота помещения – 2,78 м. Здание

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8

имеет подвал высотой 3 м, а также техническое помещение высотой 2,5 м, расположенное в верхней части здания. Высота первого этажа 3,22 м. Так же один подвальный этаж высотой 3 м. Вертикальное сообщение жилых этажей осуществляется посредством лифтов, незадымляемой лестничной клетки типа Н1 через наружную (воздушную) зону по балкону, и незадымляемой лестничной клетки типа Н3 совмещенной с пожаробезопасной зоной в соответствии с СП 1.13130.2020 пунктом 4.2.1.

По СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений высотное здание относится к Ф1.3 – многоквартирные жилые дома.

По табл. 21 ФЗ 123 здание относится к I степени огнестойкости Класс конструктивной пожарной опасности С0

Высота здания составляет 81,34 м. Входные группы здания спроектированы в соответствии с СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения», оборудованы пандусами шириной 1100 мм с въездом шириной 1500 мм.

Наружная отделка навесная фасадная система с утеплением минераловатными плитами и фиброцементными панелями KMEW Ceradir V в качестве наружного отделочного слоя.

Окна – индивидуального изготовления из ПВХ профилей по ГОСТ 30674-99.

Двери – индивидуального изготовления, стальные по ГОСТ 31173-2016.

Кровля – рулонная, с утеплением минераловатной плитой и разуклонкой из ТЕХНОРУФ Н ПРОФ клин 1,7 %, по монолитному перекрытию, с внутренним организованным водостоком.

Для доступа МГН в помещения первого этажа предусмотрены тамбуры глубиной и шириной не менее 2.5 м.

На первом этаже здания выделены две основные функциональные зоны. Одна из них предназначена для жилых помещений, в которых находятся серверные комнаты, а также оборудование для пожарной и охранной оборудова-

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

ний. Другая зона отведена под общественно-деловую деятельность и включает в себя два магазина с отдельными входами, что соответствует требованиям СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные».

Ограждающие конструкции выполнены из навесного фасада, воздушной прослойки, утеплителя и пенозолобетона.

На всех этажах в осях 5' - 7' и на В' – Г располагаются внутренние лестницы, предназначенный для жилой части здания. При входе в здание так же предусмотрен тамбур, соответствующий СП 59.13330.2020. Данный вход разделен ограждающей стеной, делящей его на два отсека, через первый отсек жильцы попадают на лестничную площадку, ведущую до всех жилых этажей, другой же отсек располагает проход в лифтовой холл, к лифтам, оборудованным системой контроля доступа, на нужный этаж жилой части здания.

Ширина лифтового холла составляет 2,2 м. и 3,1 м., что соответствует требованиям СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные», СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения» и СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

В здании имеются четыре лифтовых шахты, три пассажирских и один пожарный. Грузоподъемность лифтов 630 кг, и 400 кг. Они находятся в центре ядра жесткости и отделены от коридора дверьми, кроме первого этажа. На последнем этаже предусмотрены выходы через лестничные марши на крышу здания.

Со второго по двадцать пятый этаж расположены жилые помещения.

Классификация многоквартирных домов по классам качества учитывает не только архитектурные особенности и градостроительную ценность территории, но и уровень социально-экономического развития общества. Так, проектируемое здание относится к элитному классу массового жилья.

Все квартиры объединены одним коридором, расположенным в центре здания, находясь в ядре жесткости. Общее количество квартир в здании 192, из них:

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		10

Планировка квартир была разработана в соответствии с требованиями СП 54.13330.2022 и СП 4.13130.2013. Соотношение общей площади квартир и общей площади жилых этажей определяет количество и качество функциональных зон. На последнем этаже, который является техническим, расположены входы в лифтовые шахты, серверная, электрощитовая, тепловой и водомерный узлы, технические помещения системы вентиляции и кондиционирования, а также всё необходимое оборудование. Лестничные клетки, лифты и коридоры обеспечивают необходимые функциональные связи. Кровля мембранная плоская. К вентиляционным шахтам подключена сплит система.

1.3 Описание конструктивной схемы здания

Здание имеет стеновую конструктивную систему с двумя ядрами жесткости. Комбинированный свайно-плитный фундамент (СФП) состоит из забивных железобетонных свай диаметром 400 мм, бетон В25 F200 W8 и железобетонной плиты толщиной 1000 мм бетон В25, F200, W8. Узел стыка свая-фундамент жесткий, что обеспечивается за счет выпуска арматуры сваи в фундаментную плиту.

В центре здания располагается монолитный лифтовой узел, представленный стенами толщиной 400 мм, который образует центральное ядро жесткости.

Горизонтальные диски жесткости представлены монолитными перекрытиями толщиной 220 мм, бетон В25 F200 W8. Вертикальное сообщение жилых этажей осуществляется посредством лифтов, незадымляемой лестничной клетки типа Н1 через наружную (воздушную) зону по балкону, и незадымляемой лестничной клетки типа Н3 совмещенной с пожаробезопасной зоной в соответствии с СП 1.13130.2020 пунктом 4.2.1.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		11

2 Расчётно – конструктивный раздел

2.1 Общий данный

В проекте разрабатывается конструктивная схема проектируемого здания и документация марки «КР». Выполняются соответствующие расчеты: Раздел разрабатывается в соответствии с:

- СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»;
- СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»

2.2 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок на здание представлен в таблице 1

Таблица 1 - Сбор нагрузок

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кг/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка кг/м ²
Кровля			
1 Полимерная мембрана «LOGICROOF V-RP FR 2мм» ($\delta = 2$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³)	$0,002 \cdot 1800 = 3,6$ кг/м ²	1,2	4,32
2 ТЕХНОРУФ Н ПРОФКЛИН ($\delta = 250$ мм, $\rho = 130$ кг/м ³)	$0,250 \cdot 130 = 32,5$ кг/м ²	1,2	39
3 Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ БАЗАЛИТ ПТ-200 ($\delta = 200$ мм, $\rho = 162$ кг/м ³)	$0,20 \cdot 162 = 32,4$ кг/м ²	1,2	38,9
4 Пароизоляционная пленка	$0,002 \cdot 0,08 = 0,00016$ кг/м ²	1,2	0,000192
5 Выравнивающая стяжка ($\delta = 20$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³)	$0,02 \cdot 1800 = 36$ кг/м ²	1,3	46,8
Итого	$g_n = 104,5$		$g = 129$

Продолжение таблицы 1.

Пол			
Офисные помещения:			
1 Керамогранит ($\delta = 7$ мм, $\rho = 2200$ кг/м ³)	$0,007 * 2200 = 15,4$ кг/м ²	1,2	18,5
2 Выравнивающая стяжка цементно-песчаная ($\delta = 20$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³)	$0,020 * 1800 = 36$ кг/м ²	1,3	46,8
3 Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ БАЗАЛИТ ПТ-200 ($\delta = 50$ мм, $\rho = 162$ кг/м ³)	$0,5 * 162 = 8,1$ кг/м ²	1,2	9,7
Итого	$g_n = 59,5$		$g = 75,0$
Торговые помещения:			
1 Керамическая плитка ($\delta = 8$ мм, $\rho = 850$ кг/м ³)	$0,008 * 850 = 6,8$ кг/м ²	1,2	8,16
2 Выравнивающая стяжка цементно-песчаная ($\delta = 20$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³)	$0,020 * 1800 = 36$ кг/м ²	1,3	46,8
3 Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ БАЗАЛИТ ПТ-200 ($\delta = 50$ мм, $\rho = 162$ кг/м ³)	$0,5 * 162 = 8,1$ кг/м ²	1,2	9,7
Итого	$g_n = 50,9$		$g = 64,7$
Сан. Узлы:			
1 Керамическая плитка ($\delta = 10$ мм, $\rho = 2400$ кг/м ³)	$0,010 * 2400 = 24,0$ кг/м ²	1,1	26,4
2 Плиточный клей			
3 Утеплитель ТЕХНОНИКОЛЬ БАЗАЛИТ ПТ-200 ($\delta = 50$ мм, $\rho = 162$ кг/м ³)	$0,5 * 162 = 8,1$ кг/м ²	1,2	9,7
4 Праймер битумный			
5 Выравнивающая стяжка цементно-песчаная ($\delta = 20$ мм, $\rho = 1800$ кг/м ³)	$0,020 * 1800 = 36$ кг/м ²	1,3	46,8
Итого	$g_n = 68,1$		$g = 82,9$
Внутренние стены			
Общественные и жилые помещения:			
Штукатурка $\delta = 10$ мм (1600 кг/м ³)	$1600 * 0,01 = 16$	1,3	20,8
Итого	$g_n = 16$		$g = 20,8$

Так же добавлены другие нагрузки для создания модели в ПК САПФИР:

- Снеговая нагрузка, $S_n = 0,112 \text{ т/м}^2$;
- Эксплуатационная нагрузка, $0,36 \text{ т/м}^2$ на типовой и первый этаж с подвалом, $0,48 \text{ т/м}^2$ - балконы.

2.3 Информационные модель

Конструктивные модель из ПК САПФИР

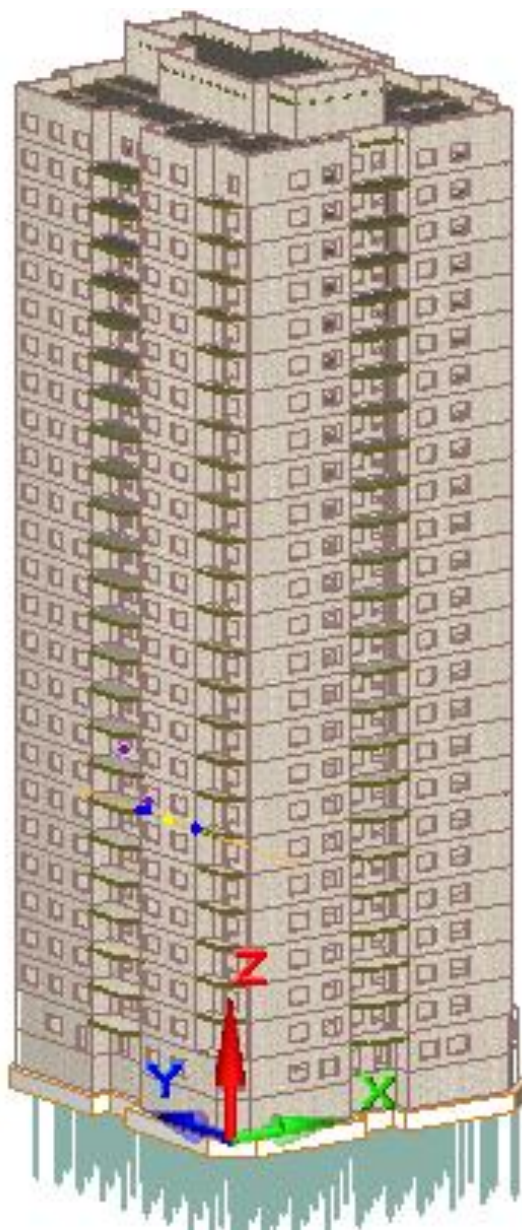


Рисунок 2.3.1 – Общий вид 3D модели высотного здания в САПФИР
Конструктивно-аналитическая модель из ПК САПФИР

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		14

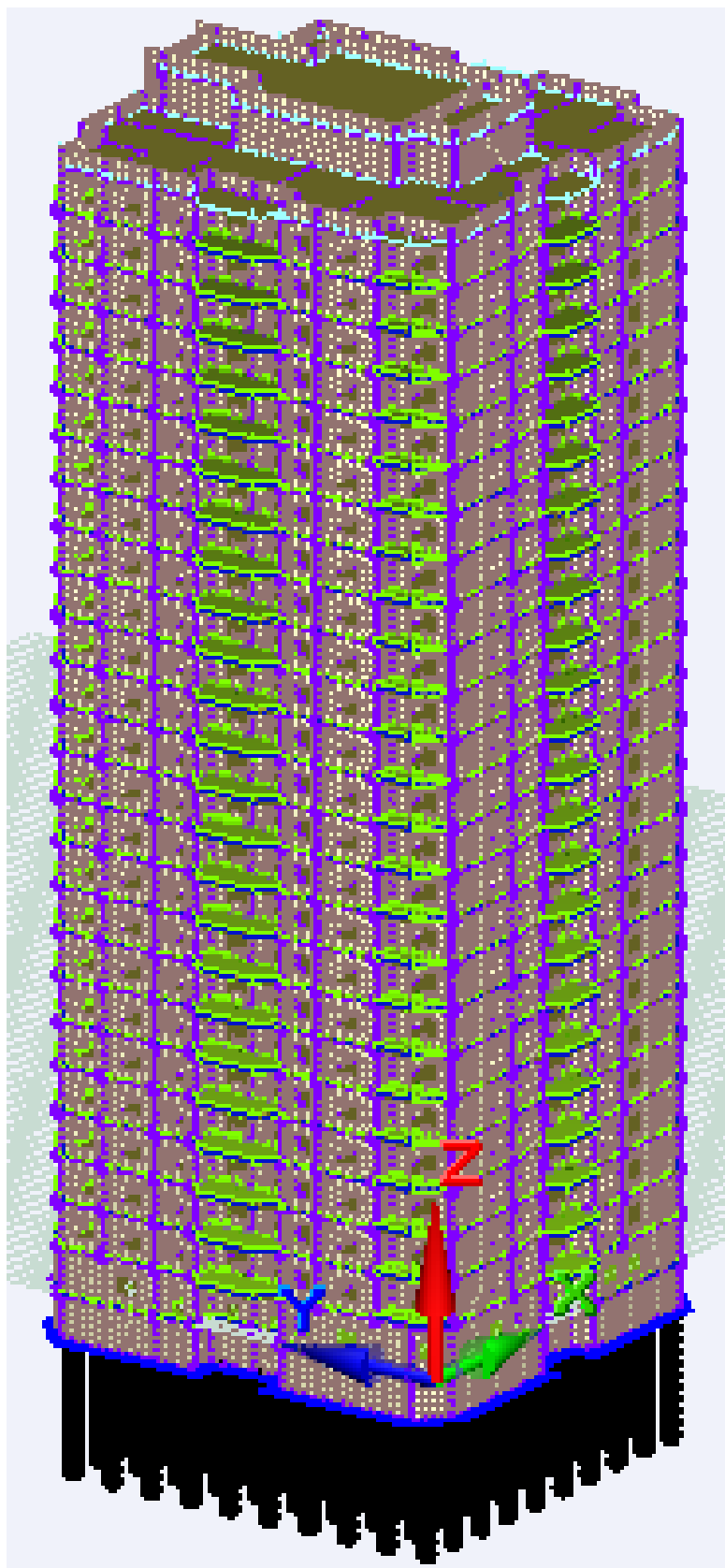


Рисунок 2.3.2 – Общий конструктивно-аналитической вид 3D модели высотного здания в САПФИР

					СКБ ПИМЗuC.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

3. Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и STARK ES для расчетов строительных конструкций

3.1 Особенности организации работы в ПК «STARK ES»

Организация работы по созданию расчетных моделей, выполнению расчетов и анализу полученных результатов расчета в ПК «STARK ES» имеет много принципиальных отличий от работы в ПК «Лира-САПР». Выделим два основных отличия:

- Реализация алгоритмов МКЭ.

В ПК «STARK ES» используются гибридные КЭ, для которых принимаются более точные законы аппроксимации усилий и перемещений. Как следствие, усилия в узлах расчетной схемы определяются корректнее при более крупной сетке дискретизации конструкций. Кроме того, в ПК «Лира-САПР» пользователю чаще приходится сталкиваться с задачей выбора конкретного типа КЭ, и правильность этого выбора во многом определяет корректность получаемого решения. В ПК «STARK ES» библиотека КЭ имеет меньший набор различных типов элементов, и пользователю гораздо реже приходится в ходе решения задачи выбирать конкретный тип КЭ. Во многом задачу такого выбора в ПК «STARK ES» выполняет сама программа.

- Выполнение операций с узлами и КЭ.

ПК «Лира-САПР» позволяют производить выбор узлов и КЭ как до активации определенной команды, так и после ее запуска. В ПК «STARK ES» порядок операций всегда один. Сначала выполняется запуск команды и только затем появляется возможность выбора узлов (КЭ), к которым необходимо применить действие этой команды. Поэтому пользователям, ранее работавшим в ПК «Лира-САПР», не надо искать пиктограмм, отвечающих за выбор узлов (КЭ) в ПК «STARK ES», поскольку в программе их нет.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		16

3.2 Интерфейс ПК «STARK ES»

Рассмотрим основные элементы интерфейса открывшегося окна программы (см. рисунок 6.1).

В верхнем левом углу находится панель быстрого доступа. Кроме пиктограмм стандартных операций, выполняемых в любой программе («Открыть», «Сохранить» и т.д.), на этой панели находятся инструменты часто используемых в ПК «STARK ES» команд:



– измерение расстояния между двумя точками;



– измерение угла между двумя линиями;



– увеличение масштаба изображения в рабочем окне с помощью рамки.

Под панелью быстрого доступа располагается лента с четырьмя раскрываемыми вкладками. Поясним кратко основные операции, которые выполняются в программе с помощью инструментов вкладок.

На вкладке «Главная» (см. рисунок 6.2, а) скомпонованы инструменты, с помощью которых выполняются основные операции на всех этапах работы с моделью. Многие инструменты этой вкладки дублируются на левой панели инструментов программы.

С помощью инструментов вкладки «КЭ-модель» (см. рисунок 6.2, б) осуществляются все основные операции по созданию и редактированию конечно-элементной модели рассчитываемого объекта.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		17



– команда «Стержни» используется для деления и объединения стержневых КЭ;



– команда «Материалы» используется для создания и редактирования материалов (геометрических характеристик сечений и физических свойств материалов);



– команда «Материалы» используется для создания и редактирования геометрических характеристик сечений (по факту команда входит в функционал команды «Материалы»);



– команда «Табличный вывод материалов» используется для вывода информации по созданным материалам в программу Word или Viewer;



– команда «Элементные шарниры» используется для создания, удаления и контроля шарниров в КЭ;



– команда «Узловые опоры» используется для создания, удаления и визуализации связей в узлах расчетной схемы.

На вкладке «Нагрузки» (см. рисунок 6.2, в) расположены инструменты для создания, редактирования, назначения нагрузок различных типов. При решении нашей задачи мы будем использовать только три команды с этой вкладки:



– команда «Равномерно распределенные» используется для задания, удаления и визуализации равномерно распределенных нагрузок, приложенных на стержневые и пластинчатые КЭ;



– команда «Комбинации» используется для задания, редактирования комбинаций отдельных загрузок (также с помощью этой команды формируются матрицы масс в динамических задачах);



– команда «Табличный вывод нагрузок» используется для вывода информации по созданным нагрузкам в программу Word или Viewer.

На вкладке «Расчет и результаты» (см. рисунок 6.2, г) расположены инструменты для задания параметров проводимых расчетов и вывода информации по полученным результатам расчетов в программу Word или Viewer.



– команда «Расчет методом конечных элементов» используется для задания параметров расчета и запуска файла на расчет;



– команда «Конструктивный расчет» используется для задания параметров конструктивного расчета;



– команда «Графический вывод» используется для графического вывода результатов расчета в виде эпюр или цветных мозаик;



– команда «Табличный вывод» используется для табличного вывода результатов расчета в виде таблиц;




– команда «Усилия в стержнях» используется для графического вывода результатов расчета стержневых КЭ в виде эпюр или цветных мозаик;



– команда «Эпюры арматуры в стержнях» используется для графического вывода результатов расчетного армирования в виде эпюр или цветных мозаик.

Левая панель инструментов имеет большой набор инструментов. Также выделим из них те команды, которые наиболее часто используются, а также которые мы будем дальше использовать в расчетах:

команда «XZ проекция», которая отображает расчетную схему в плоскости xOz ;

 – команда «Номера элементов», которая показывает (скрывает) номера КЭ;

команда «Номера узлов», которая показывает (скрывает) номера узлов;

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		20



– команда «Опоры», которая показывает (скрывает) узловые опоры;



– команда «Размер текста», которая позволяет редактировать размер текста для обозначения номеров узлов и КЭ, результатов расчета;



– команда «Материалы», которая показывает (скрывает) материалы, присвоенные КЭ;




– команда «Сечения стержневых элементов», которая визуализирует формы поперечных сечений стержневых элементов;



– команда «Показать фрагмент по элементам», которая позволяет производить фрагментацию КЭ (оставлять на экране изображения только части расчетной схемы).

Визуализация большинства параметров на экране может выполняться как в виде различных цветовых гамм, так и в виде вывода числовых значений.

Верхняя панель инструментов дублирует команды, расположенные на вкладках основной ленты программы. Ее при желании пользователя можно убрать с экрана. Эта панель перешла в последние версии ПК «STARK ES» как наследие от предыдущих версий, где не было ленточного интерфейса.

Команда «Настройки»  Настройки запускается из основного меню программы (см. рисунок 6.3).

Перечислим те параметры настройки, которые желательно или обязательно надо поменять:

1. В общих настройках надо сразу указать расчетное число сечений стержней – не менее двух.
2. Тип решателя желательно выбрать «Фронтальный» (более «быстрый», чем «разреженный»).
3. Нормы РФ обязательно выбираем актуализированные.
4. Из всех панелей можно убрать верхнюю, нижнюю и правую панели. Последние две панели по умолчанию пустые (на них можно дополнительно размещать пиктограммы наиболее часто используемых команд).

После выполнения начальной настройки программы приступим к решению задачи расчета неразрезного ригеля в ПК «STARK ES», но предварительно отметим еще одну особенность функционала этой программы.

Программный комплекс «STARK ES» использует единую постоянную систему единиц измерения (ПК «STARK ES», как и ПК «Ли́ра-САПР», использует в качестве разделителя дробной части чисел только точку):

Координаты узлов.....	м
Площадь/сдвиговая площадь поперечного сечения.....	м ²
Момент инерции/момент инерции при кручении.....	м ⁴
Сила.....	кН
Момент.....	кН·м
Модуль упругости/модуль сдвига.....	кПа (кН/м ²)
Плотность.....	т/м ³
Время.....	с
Узловые массы.....	т, тм ²
Перемещения.....	м, рад.
Продольные, поперечные силы в сечениях стержней.....	кН
Изгибающие, крутящие моменты в сечениях стержней.....	кН·м
Мембранные напряжения в узлах пластин (балок-стенок, оболочек).....	кН/м ²
Поперечные усилия в узлах пластин (плит, оболочек).....	кН/м
Изгибающие моменты в узлах пластин (плит, оболочек).....	кН·м/м
Реакции опор, сосредоточенные в узлах.....	кН, кН·м
Реакции опор, распределенные по линии.....	кН/м, кН·м/м
Реакции опор, распределенные по площади.....	кН/м ² , кН·м/м ²

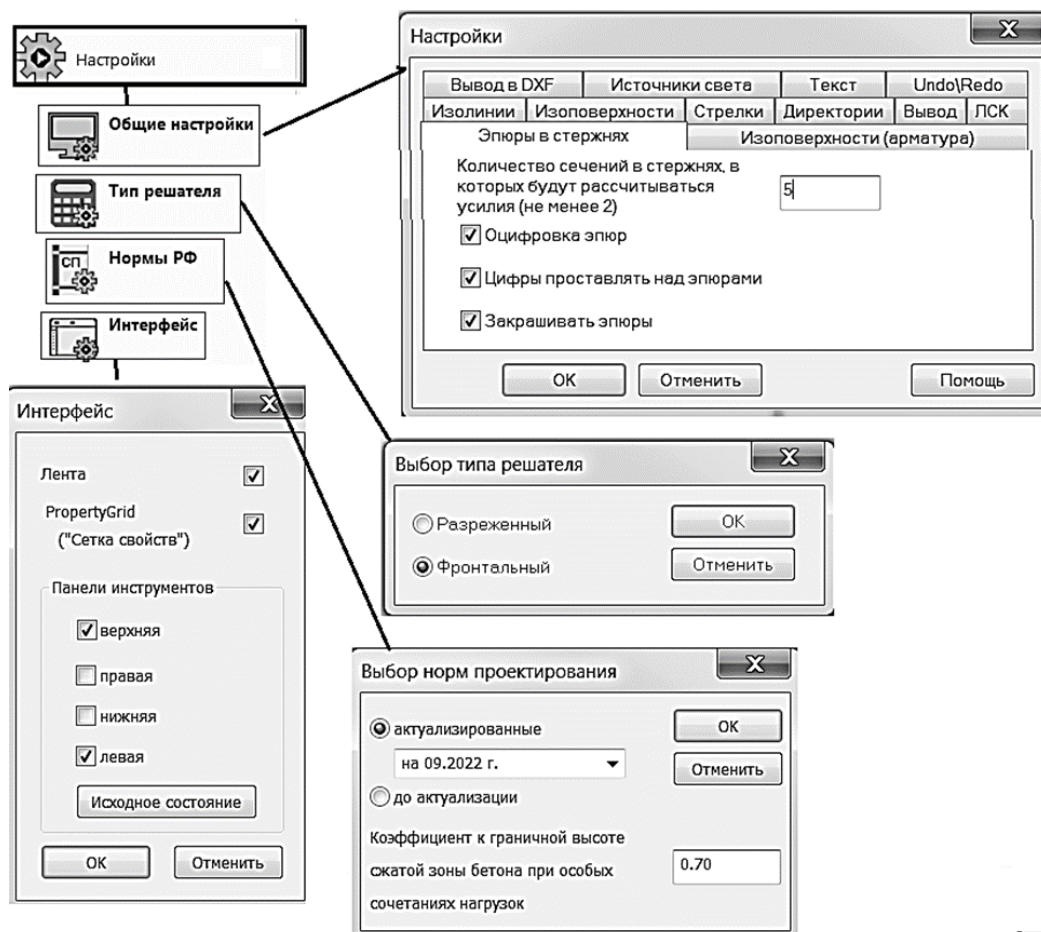


Рисунок 6.3 - Начальная настройка ПК «STARK ES»

Нередко на практике встречаются ошибки при выполнении расчетов строительных конструкций в вычислительных комплексах, связанные или с неверным заданием единиц измерения исходных данных, или неверной трактовкой полученных результатов численного расчета, также связанных именно с размерностями. Поэтому ограничение возможностей различных вариантов задания размерностей данных скорее можно отнести к определенному достоинству программы, чем к недостатку.

3.3 Процедура передачи расчетных файлов из ПК «Лира-САПР» в ПК «STARK ES»

При конвертировании расчетной модели пользователь может столкнуться с некоторыми проблемами:

При использовании 32-х битной версии ПК ЛИРА САПР заданные в расчетной модели нагружения не передаются в полном объеме в ПК STARK;

При использовании 32-х битной версии ПК ЛИРА САПР не передаются абсолютно жесткие тела.

Проблемы заключаются именно в использовании 32-х битной версии ПК ЛИРА САПР. Для составления расчетной схемы и выполнения расчета большой разницы между 32 и 64 – битными версиями не существует. Но у 32 – битной версии не хватает возможностей, чтобы конвертировать расчетную модель с полным объемом исходных данных. И если передача конечных элементов с характеристиками материалов в ПК STARK ES не вызывает сложностей, то импорт АЖТ и нагружений уже не производится. Для решения данной проблемы необходимо запустить 64-х разрядную версию ПК ЛИРА САПР (запустить файл C:\Program Files (x86)\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2015\Bin\x64\LiraSapr) и открыть расчетную модель. На вкладке «Файл» необходимо выбрать «Экспортировать задачу». После этого следует задать имя файла и выбрать формат, в который будет конвертирована задача (выбираем расширение ".sli"). Через некоторый промежуток времени в указанном месте появится файл импортированной задачи. Далее воспользуйтесь модулем StarLi (модуль, входящий в ПК STARK ES), который позволит преобразовать задачу в формат "fea" (рабочий формат ПК STARK ES).

Также при импорте расчетной схемы из ПК ЛИРА САПР в ПК STARK ES рекомендуем обратить внимание на следующее:

- Краевые условия. В ПК ЛИРА САПР закрепление расчетной модели в горизонтальной плоскости описывается путем добавления 56 конечных эле-

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		24

ментов с заданной жесткостью. ПК STARK не распознает указанные конечные элементы. Поэтому горизонтальные краевые условия необходимо задавать непосредственно в ПК STARK ES.

- Характеристики материалов и нагрузка от собственного веса несущих конструкций. В ПК ЛИРА САПР собственный вес несущих конструкций прикладывается в отдельное нагружение в виде элементной распределённой нагрузки. В ПК STARK ES собственный вес вычисляется автоматически исходя из размеров конструкций и плотности присвоенных материалов. Для того чтобы в ПК STARK ES не учесть два раза нагрузку от собственного веса несущих конструкций, необходимо удалить нагружение, содержащее данную нагрузку. Кроме того, в ПК STARK ES все нагрузки должны задаваться с расчетными значениями, поэтому необходимо откорректировать плотности материалов конструкций (вместо нормативных значений задать расчетные).

- Ориентация сечений стержневых элементов. Рекомендуем проверить направление местных осей стержневых элементов для выполнения корректного расчета плит на продавливание и определения кол-ва продольной арматуры в стержнях.

Выполним экспорт расчетной модели плиты перекрытия 26-ти этажного здания из ПК «Лира-САПР» в ПК «STARK ES» (см. рисунок 6.4).

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		25

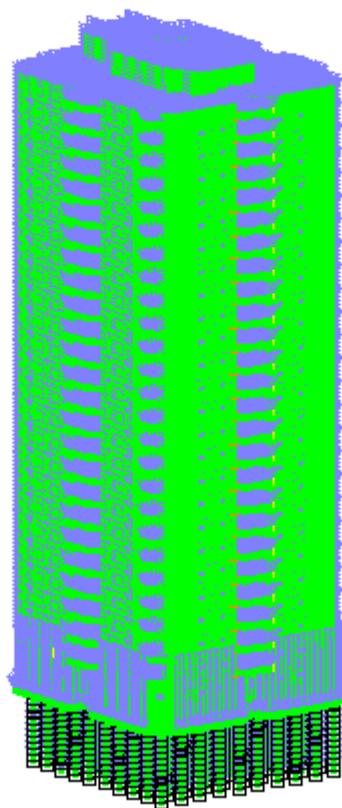
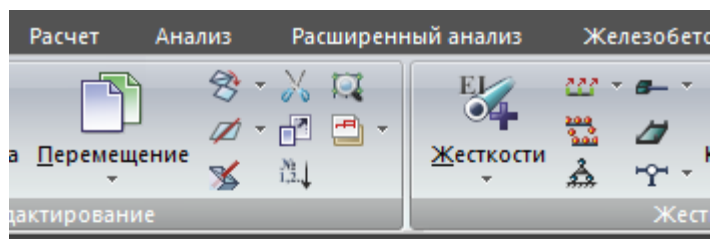


Рисунок 6.4 – Расчётная модель плиты перекрытия 26-ти этажного здания в ПК «Лира-САПР»

Основные этапы обмена расчетными файлами при передаче из ПК «Лира-САПР» в ПК «СТАЕК ES» будут следующие.

1. Экспорт расчетного файла `plita.lir` в формат `plita.sli` в ПК «Лира-САПР».
2. Конвертация файла `pli.sli` в формат `plita.fea`. Для этого используется специальный модуль «StarLi», разработанный компанией ООО «ЕВРОСОФТ» (см. рисунок 6.5). Имя файла обязательно должно быть написано латинскими буквами.

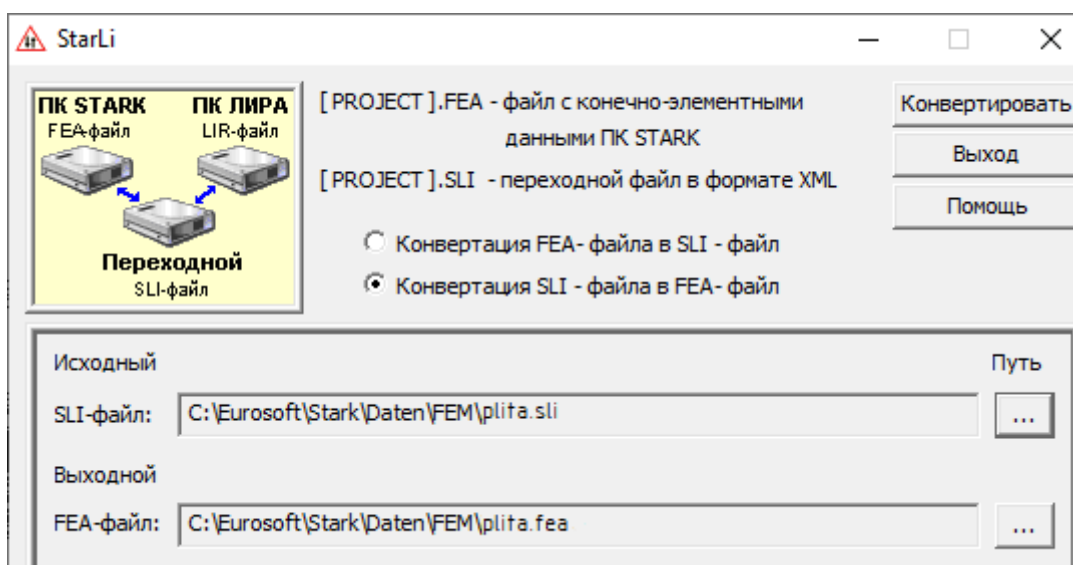


Рисунок 6.5 - Процедура конвертации расчетного файла из формата *.sli в формат *.fea

3. Открытие файла plita.fea в ПК «STARK ES» (см. рисунок 6.6). При этом следует соблюдать требования к хранению файлов, предъявляемыми ПК «STARK ES». Адресный путь к папке расчетных файлов должен быть прописан только латинскими буквами. Конечная папка хранения должна иметь имя «FEM» (сокращение от «Finite Element Method» - метод конечных элементов).

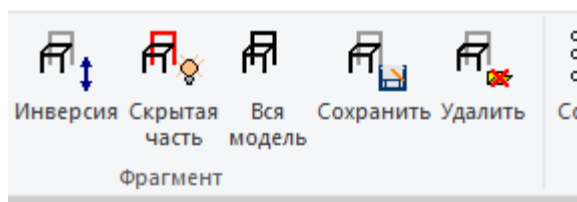


Рисунок 6.6 - Расчётная модель плиты перекрытия 26-ти этажного здания в ПК «STARK ES»

Процедура передачи файлов из ПК «STARK ES» в ПК «Лира-САПР» аналогична вышеописанной, только производится в обратном порядке. Сначала необходимо файл `plita.fea` конвертировать в `plita.sli` с помощью модуля «StarLi». А затем открыть файл `plita.sli` в ПК «Лира-САПР» с помощью команды «Импортировать задачу».

Как показывает анализ расчетных файлов, полученных путем конвертации из других расчетных комплексов, не вся исходная информация переда-

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		28

ется полностью (комбинации нагрузок, конструктивные требования к элементам и т.д.). В частности, это может объясняться тем фактом что ПК «STARK ES» и ПК «Лира-САПР» имеют две принципиально отличные библиотеки конечных элементов. Если ПК «Лира-САПР» для создания расчетных схем предлагает десяти различных типов конечных элементов, то ПК «STARK ES» использует лишь несколько универсальных конечных элементов (для стержней, пластин, оболочек, массивных конструкций).

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		29

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Статья на конференцию «Молодежь и наука»

539.3:004.4

Гагиева Элина Дамировна, студент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Gazieva Elina Damirovna, student, Komsomolsk-on-Amur State University

Чудинов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Комсомольск-на-Амуре государственный университет

Chudinov Yuri Nicolaevich, Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Komsomolsk-on-Amur State University

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПК «ЛИРА САПФИР» И ПК «STARK ES» ДЛЯ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF LIRA SAPPHIRE AND STARK ES PCS FOR CALCULATING BUILDING STRUCTURES

Аннотация. В статье приводится сравнительный анализ возможностей двух расчетных программных комплексов - ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» и ПК «STARK ES». Излагаются принципиальные отличия используемых алгоритмов метода конечных элементов. Рассматриваются основные типы конечных элементов, применяемых в ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» и ПК «STARK ES».

Abstract. The article provides a comparative analysis of the capabilities of two computational software packages: Lira-SAPHIR and STARK ES. It outlines the fundamental differences in the algorithms used in the finite element method. The article also discusses the main types of finite elements used in Lira-SAPHIR and STARK ES.

Ключевые слова: метод конечных элементов, математические модели зданий и сооружений, ПК «Ли́ра-САПФИ́Р», ПК «STARK ES».

Key words: finite element method, mathematical models of buildings and structures, Lira-SAPPHIRE PC, STARK ES PC.

Введение

Программные комплексы «Ли́ра-САПФИ́Р» и «STARK ES» широко применяются в задачах расчета и проектирования зданий и сооружений. Оба комплекса для нахождения основных параметров напряженно-деформированного состояния элементов используют метод конечных элементов (МКЭ) в форме метода перемещений. Но алгоритмы реализации МКЭ и используемая при этом библиотека конечных элементов имеют целый ряд отличий. Также можно отметить разные подходы к процессу создания расчетных схем. Рассмотрим кратко особенности работы в ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» и ПК «STARK ES».

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		30

Материалы и методы

Можно выделить следующие основные различия в организации работы в ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» и ПК «STARK ES».

1. Типы конечных элементов. Библиотека ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» насчитывает десятки различных типов конечных элементов, которые в зависимости от структуры матриц жесткости, позволяют выполнять линейные расчеты, а также расчеты с учетом физической, геометрической, конструктивной нелинейностей. В ПК «STARK ES» реализован другой подход к решению линейных и нелинейных задач – использование высокоточных гибридных конечных элементов.

2. Приоритеты между узлами и конечными элементами расчетной схемы. Если в ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» главенствующей является роль конечных элементов, то в ПК «STARK ES» приоритет при выполнении операций создания и редактирования расчетных схем отдается узлам. Такой подход является более гибким и упрощает процедуру перемещения узлов и элементов.

3. Типы шарниров. Если к определенным достоинствам ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» можно отнести целый ряд инструментов для визуализации расчетной схемы (результатов расчета) на всех этапах решения задач, то значительным преимуществом работы в ПК «STARK ES» является наличие шарниров различного типа. Так, например, разрезные шарниры позволяют значительно упростить задачу «разрезки» пластинчатых конечных элементов. Такой инструмент очень актуален для задач моделирования зданий и сооружений, выполненных из сборного железобетона.

4. Использование конструктивных (архитектурных) элементов для формирования расчетных схем. В ПК «Ли́ра-САПФИ́Р» эту задачу решает отдельный предпроцессор. В ПК «STARK ES» для этого используется отдельный тип расчетных файлов («ros»- проекты).

5. Расчет на сейсмические воздействия. Есть два основных метода расчета на сейсмостойкость – разложение по формам собственных колебаний и метод прямого численного интегрирования уравнений движения. ПК «STARK ES» для решения подобных задач использует модуль «Одиссей», который дает возможность обработки данных землетрясений (акселерограмм) и определения расчетных параметров сейсмических воздействий. Интерфейс модуля «Одиссей» показаны ниже на рисунке 1.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		31

ний: материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – Ч. 3. – 327 с.

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		33

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

«Заявка на разработку ВКР»



Общество с ограниченной
ответственностью
«ТехСтандарт»

Комсомольское шоссе, д. 24
г. Комсомольск-на-Амуре, 681024
ИНН 2703061762/КПП 250801001
Тел.: (4217) 51-81-11

18.03.2026 г. № 274/26
на _____ от _____

Заявка на разработку выпускной квалификационной работы

Организация: ООО "Техстандарт", просит поручить Газиевой Элине Дамировне, студентке группы 0УЗ-1, обучающейся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» разработать выпускную квалификационную работу на тему:

«Сравнительный анализ применения программных комплексов «Лира-САПР» и «STARK ES» для расчетов строительных конструкций»

Актуальность темы: В связи с решением проблемы импортозамещения, актуальным является вопрос перехода на российское программное обеспечение. Для организации важной является информация, которая позволит внедрить в производство с минимальными временными потерями российский расчетный программный комплекс «STARK ES».

Ожидаемые результаты: разработка методических рекомендаций, примеров расчета строительных конструкций в ПК «STARK ES», проведение сравнительного анализа применения программных комплексов «Лира-САПР» и «STARK ES» для расчетов строительных конструкций

Консультант от организации:
Дронов Никита Сергеевич, главный инженер проекта, +7 914 169 12 07 dronov_ns@bk.ru

Результаты ВКР Вязовой В.В. планируются к внедрению в деятельность проектного отдела ООО "Техстандарт"

Директор
ООО "Техстандарт"



А.С. Жуков

					СКБ ПИМЗиС.1.ТТ.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		34

Конференции > Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований (2026)

Гагиева Элина Дамировна - Комсомольский-на-Амуре государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПК «ЛИРА САПФИР» И ПК «STARK ES» ДЛЯ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

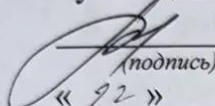
Статус **Принят к публикации**

					СКБ ПИМЗuC.1.ТТ.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		35

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

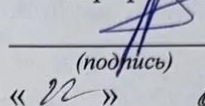
СОГЛАСОВАНО

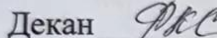
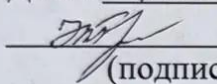
Руководитель ОНиПКРС


(подпись) Е.М. Димитриади
« 22 » 05 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе


(подпись) А.В. Космынин
« 22 » 05 2026 г.

Декан 

(подпись) Н.В. Гринкруг

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и
STARK ES для расчетов строительных конструкции»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 22 » 05 2026 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- Е.В. Журавлева – руководитель СКБ,
- Н.В. Гринкруг – декан ФКС

со стороны исполнителя


- Ю. Н. Чудинов – руководителя проекта,
- Э.Д. Газиева – группа ОУЗ-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Сравнительный анализ применения программных комплексов Лира-САПР и STARK ES для расчетов строительных конструкции», в составе:

1. Пояснительная записка
2. Методические рекомендации
3. Расчетные файлы ПК Лира-САПР и STARK ES

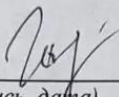
Руководитель проекта



(подпись, дата)

Ю.Н. Чудинов

Исполнители проекта



(подпись, дата)

Э.Д. Газиева