Расчет по нормам СП РК EN (Республика Казахстан)

 Добавлена возможность задавать повышающие коэффициенты Fvk, уникальные для каждого динамического загружения (п.п. 7.6.5, 7.6.6 СП РК 2.03-30-2017 и п.п. 6.4.1, 6.4.2 НТП РК 08-01.2-2021).

Данная реализация позволяет учесть зависимость коэффициента Fvk от перекоса этажей, например, для сейсмических воздействий по разным направлениям X и Y.

 Добавлена возможность вычисления коэффициента чувствительности к перекосу этажа θ, позволяющего оценить необходимость учета эффектов второго рода, по формуле 4.28 (2) п. 4.4.2.2 СП РК EN 1998-1:2004/2012 (она же формула 7.2 п. 7.2.2.2 НТП РК 08-01.2-2021)



Вычисление коэффициента чувствительности к перекосу этажа

Данная реализация позволит оценить необходимость учета эффектов второго рода (P-Δ) в расчетной модели при расчете на сейсмические воздействия.

 Реализована возможность в рамках одной модели выполнять расчет на сейсмические воздействия, рассматривая два варианта повышенных коэффициентов к С1 (*10*1.5 и *10/1.5), т.е. два огибающих варианта повышения жесткости основания, но при этом коэффициенты упругого основания по площади фундамента для динамики нужно принимать постоянными, а не переменными. Указанные расчетные предпосылки приведены в п.п. Д.3.1-Д.3.3 приложения Д к НТП РК 08-01.2-2021.

- Реализованы новые таблицы ввода для загружений и РСН (расчетных сочетаний нагрузок). Это делает их редактирование более прозрачным и упрощает их перенос между расчетными схемами вместе с настройками.
- Добавлен инструмент автоматического формирования начальных несовершенств для моделирования эффектов 1-го рода (отклонения при монтаже и локальные несовершенства геометрии) для списка загружений или РСН, а также добавление созданных загружений в исходные комбинации нагрузок.



Создание начальных несовершенств для списка РСН (расчетных сочетаний нагрузок)

- Для того, чтобы правильно выбрать направление и сократить количество возможных комбинаций для дополнительных нагрузок от начальных несовершенств, в диалоге создания несовершенств добавлен вывод направляющих косинусов, вычисленных на основании перемещений. Данный механизм позволяет создавать дополнительные нагрузки, которые будут "догружать" эффекты, вызванные основными нагрузками расчетной схемы и не создавать лишние комбинации.
- В новой версии реализован графический вывод перемещений и усилий в элементах схемы с учетом коэффициентов безопасности и всех коэффициентов сочетаний (ранее итоговые результаты расчета формировались только в стандартных таблицах).
- Для расчета РСН по нормам СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 добавлена возможность учета коэффициентов надежности по ответственности, которые применяются к нагрузочным эффектам воздействий (перемещениям, усилиям).

Коэффициенты надежности можно учесть раздельно для таких расчетных ситуаций: комбинации для основного сочетания; характеристические, частые и квазипостоянные сочетания; аварийные и сейсмические комбинации.

- Для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 добавлена возможность нахождения определяющих комбинаций нагрузок в рамках каждого конечного элемента. Зачастую количество расчетных комбинаций нагрузок в модели достигает несколько сотен и более, что затрудняет анализ и требует большего времени на вычисления. В этой ситуации можно воспользоваться расчетом "Определяющих РСН", сокращенно РСН(о). В этом режиме все вычисленные РСН автоматически назначаются взаимоисключающими с учетом вида комбинации, и выполняется выбор наиболее опасных из них (уже вычисленных РСН) в соответствии с критериями выбора РСУ. Так как количество критериев для каждого типа КЭ невелико, то и количество полученных определяющих РСН становится вполне обозримым, что позволяет сократить время расчета в несколько раз.
- Для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 реализован подбор и проверка заданного армирования на основании определяющих РСН.

Важно!

Если конечный элемент входит в конструктивный элемент, то его количество определяющих РСН может быть расширено до общего набора комбинаций всех КЭ, составляющих этот конструктивный элемент. Такая возможность необходима для того, чтобы учесть форму эпюр усилий по длине конструктивного элемента для более корректного расчета при конструировании.



Коэффициенты надежности по ответственности

 Для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 добавлена возможность использовать систему "METEOP" (МЕТод Единого Обобщенного Результата), предназначенную для объединения результатов расчета нескольких расчетных схем с одинаковой топологией в единый обобщенный результат. В процессе объединения выполняется унификация результатов РСН(о) – выбор для всех сечений из всех задач таких РСН(о), которые вызывают экстремальное значение каждого критерия. При этом все РСН(о) по соответствующим критериям автоматически становятся взаимоисключающими.

🗈 • 🛃 🔚 🦘	• 🕐 • 🌒	🗤 🖓 🕡	1 ∎ û •	_								п	ЛИРА	-САПР	2022 R	1 x64										-	٥
Создание и редак	тирование	Расширенное	редактирование	Расчет	Анал	из Ра	сширенны	ый анали	з Железобе	он	Метал	na Ki	крпич	Тепл	юпрово,	дность										Сти	иль Ок
Расчетный п Протокол ре лнить ет *	роцессор ешения Та	р аблица динам. загружений	Конденсаци ик • масс•	я Вычисля спект	t Дина во вр	емени	↓ к уч х • напря	чет ккений	Таблица РСУ	Таблиц РСН		! <i>[</i>] 5 1		Јаговая Ионтаж Обрушен	EN EN ₂	Инжен	ерная ерн. 2	Гроста Гол Гру Гн. Дол	адии /ппы п. загру:	жения	Локал (ква	статика	каз Ло а) отказ	жальный кальный канамик	:a)		
Расчет	-			Динамика						Дог	n. paci	четы		He	тинейно	сть		N	Ионтаж		Прі	грессиру	ующее о	брушение			
Система М Система М (Построени РСУ по резу многовариа Я Формирование на базе РСУ усилий РСУ + ОРСУ	ариации мо, ETEOP е огибающей /льтатам интного расче: пакета моде РСН(о) (H(oe)	делей) та) лей обобщенно ножер і	ой задачи (Систе варианта 1	ема МЕТЕС кол-во кра кол-во тори	Р) новых -1 223ных -1	Кож	хф. надежи -го ПС 1. -го ПС 1.	ности по (тветственности , аварийных сочет	для аний ^{1,1}	00							-		1	×	Книга Ф • Нет ак	а отчетов (2) 😤 - тиеного до	а на жело при на	· F. X. 近		
Выбрать задачу	/далить задачу № заг сис	Имя за загружения	Вид загружения	№гр. объед З	нако гр. взі	ым Nº 1 сопу	Nº 2 conyte	Коэфф надеж	Второ преде состоз	1 :	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	^						
Расчетная схем	ta 1.lir		~		~				~							_	_	_	_	_	- 11						
Расчетная схем	ta 2.lir		~	-	~	_			~							_	-	_	_	_	- 11						
Расчетная схем	18 J.lir		· · ·		v				~												- 11						
		-			v	_			~	-+						-				-	- 11						
			v		~				~							-	-	-	-	-	- 11						
			~		~	_			~							-	-	-	-	-	- 11						
			~		~		-		~							-					- 11						
			~		~				~																		
			~		~				~																		
			~		~				~																		
			~		\sim				~												~						
																				3	>						
ВНИМАНИЕ: Задача обобщенной задачи у	і, заданная пер казывает поль	овой в списке фай. зователь. Все д	лов обобщенной за дальнейшие действ	адачи являн ия должны	тся базов производи	ой, т.е. на иться толь	ее основа ко над обс	энии буде общенной оъ	г саздана обобще задачей (наприн	нная зад ер, подбо	јача с ор арм	результі іатуры).	фующи	м файло	м расчет	гных соч	етаний	усилий.	Иня ф	айла							
Автоматически запо	лнять строки			+			Ża		?				_								h	Z	- y:	3.2	34	:	34

Формирование пакета моделей обобщенной задачи

- Добавлена возможность расчета осадки для специфических грунтов (просадочных, набухающих и засоленных) в соответствии с требованиями норм СП РК 5.01-102-2013.
- обавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки для любого промежутка времени t за счет консолидации грунта. Расчет выполняется по формулам 7.5-7.7, пункт 7.2.2.1 НТП РК 07-01.4-2012.
- Добавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки от ползучести. Расчет выполняется по формуле 7.16, пункт 7.2.3.5 НТП РК 07-01.4-2012.
- Добавлена возможность автоматического заполнения таблицы сбора масс для динамических загружений. Таблица заполняется на основании коэффициентов сочетаний, использованных при формировании комбинаций РСН, в которые входят динамические загружения.
- Добавлена возможность построения эпюр прогибов в плоскости пластин, которую, например, можно использовать для классификации перекрытий по жесткости.



Пример построения эпюры прогибов для перемещений в плоскости пластин



Формирование масс для динамических загружений

- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 уточнен подбор армирования, включая эффекты первого и второго порядков.
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 добавлена возможность учета эффектов второго рода при подборе армирования в стержневых элементах. Доступны следующие методики: по номинальной жесткости, по номинальной кривизне и вариант, когда выбирается максимум армирования из расчетов по всем методам.
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 модифицирован подбор арматуры на действие перерезывающей силы. Параметры угла наклона возможной трещины

указываются раздельно для каждой расчетной ситуации (основное сочетание, аварийное или сейсмическое). Подбор арматуры и проверка несущей способности бетонного сжатого раскоса может осуществятся для трех вариантов настроек:

- о при угле наклона θ заданном пользователем (по умолчанию 45 градусов);
- о угол наклона θ определяется расчетом (из условия Ved=Vrd,max);
- о проверяются все возможные углы наклона θ в заданном диапазоне.
- В расчете по нормам СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 расширен набор коэффициентов и параметров для управления подбором армирования.

🕋 📄 • 📧 🖬 🦘 • 🥐 • 🗊 🕸 🕼 🤟 🏰 🔒 🔹						пк	ЛИРА-С	АПР 20	22 R1 x64										o ×
Создание и редактирование Расширенное редактирования	е Расчи	т Анали	а Расшир	енный ана	лиз	Железобе	гон М	Леталл	Кирпич	4								Стиль О	но 🖓 - 💷 🗙
X,Y,Z Cobsense Lobaseries Congaries a Cobsense Lobaseries Congaries a Consequent CATIONP ∰ (\$\$) + ∰ + ↓ Konveposative 1	Упаковка [Схемы]еремещени *	8.0 × 8 ø • ₽ × 14	173 11-	ЕГ Жесткос		₽ ▲ "Ŷ" (сечений *	<mark>ככ.</mark> ז <u>פ</u> ↑ +	Задан армиров	нное вание*	 Вариа	~ 🗭 нты 1	Блок	* *	€ · 7 ·	Редактор загружений	С Найти центр	· 12) · Σ↓ 😰
Создание	Реда	тирование			_		Жестко	ости и сел	зи	_	_		Конст	труирован	ние		Нагрузки	Ин	трументы
🛃 📧 Жесткости и материалы	\times	CTI PK EN 19	92-1-1:2004/	2011 Mar	териалы	для расч	ета Ж/Б	констру	кций									>	< 😼 😵
н Применять свойства: только текущей закладки	OT	п терже	НЬ										[Редакти	ируемые :	габлицы	CTI PK EN 1992-1-1	:2004/2011	2
Э Жесткость:	1 =	Название	Вид рас	Симм	Низ (Верх	Бок (II пре	Прод	Непр	Шar/,	д Дли	н Расч	Ly	Lz	Учит.	Название		× 10
	Y 1(L	Колонна	с	5.00	5.00	5.00	+	0.30	0.40	Д 28	мм 0.00	КРД	0.95	0.95	+			5
	3(L	Балка	н	5.00	5.00	5.00	+	0.30	0.40	Д 28	мм 0.00	крд	0.00	0.00	+	Класс бетона С2	0/25	5 10
🖌 🗌 Материалы: СП РК EN 1992-1-1 🔍 зариант 1 🚖 🕂	2																Вид бетона тяжелый	~	A 12
В Тип: Бетон: Арматура:																	марка леского сетона по средней плотности	1000 ~	
2. Оболочка (Изг 1. С20/25. 1. А500.А500.А5	1							_								>	Диаграмма билинейн	ая зависимость н $ imes $	
		пласти	на													,	Относительная влажность в	оздуха, % 60	a
e		Hannause	Bus page	But D	Hup V	Boox V	Huo V	(Bom	× 1			Deepe	Hanna	Illac/	Muse	Burea	Коэффиция	нты	o La
2. Заданное армирование:	2(Стена	Оболоция	. вуд. п	4.50	4.50	4.50	Beps	-		. iipe	0.30	0.40	шаг/		-	α_{ct} 1 η 1 k_1	0.6 k ₂ 0.45	0
7																	Коэффициент ползучести	φ(∞.tn) 2	
																	Основ Авар (Сейсм II ПС	
Жесткости Ж/Б Металл Кладка ТЗА																	α _{cc} 0.85 0.85	1 1	
Задание параметров для железобетонных конструкций																	γ _c 1.5 1.2	1.3 1	N 13
1 (1, 3). Колониа. 2 (1, 3). Оборония (Изгиб. Окатио.	<															>	Случайные эксцентриси	геты (стержень)	1
3 (1, 3). Sanka.		тон															По высоте сечения ЕУ	0 MK	1
ОБЕТОН		Название	Клас f_c	k, f_ctk	E_C	Вид б	. Марк	. Диаг	Отно	Acc K	. Act K	G_c	. Eta K	Учит	SEY ,	SEZ ,	По ширине сечения EZ	0 MF	5
ОАРМАТУРА	1		C20/25 20.	.0 1.5	300	. тяже	1000	били	60.0	0.85	1.00	1.50	1.00	1.00	0.00	0.00	Vurture a pacuete tout	ный позмел сечения	- Le
*																	Учитывать эффекты 1-го	рода	1
																	(Несовершенства геометр	ии конструкции)	
+																	Эффекты 2-го рода 🛛 🛪	есткость+Кривизн 🖂	1
Deserves	<															>	. C20/.	25 (МПа) ^	
Редактировать	OA	РМАТУРА															E_cm 3000	0.00	9
копировать		Названия	е RX Пр	Вид пр	f_yd,	f_ywd,	. k=ftk/f	E_uk,	RT D	о Ви	д пр	f_yd,	f_ywd,	k=ftk/f	E_uk,	. Карка	f_ck 20.00		
Удалить	1(1	A500	Стерж	434.8	347.8	1.05	2.50	A500	Ст	ерж	434.8	347.8	1.05	2.50	Вязан	f_cm 28.00	, , ,	
DIA E																	f_ctm 2.20		
Дополнительно																	f_ctk_005 1.50		
Назначить текущим Настройки																	f_ctk_095 2.90		
													_			>	Eps_c1 (*1000) 2.00 Eps_cu1 (*1000) 3.50		
Список для фрагмента	1.																Eps_c2 (*1000) 2.00		
	~	X +	+ %	≡x =+		ه (2									<<	Fee and /#10001 0.50	v	3arp.: 1 / 25

Дополнительные группы коэффициентов и настроек в расчете армирования (бетон)

🕋 🖹 • 🖪 🖶 🦘 • 🥐 • 🌒 🕸 🕲 🐇	🎖 - 🦺 🔒 🔹						пк	ЛИРА-С	АПР 202	2 R1 x64												o ×
Создание и редактирование Расширен	нное редактирование	Расчет	Анализ	Расшир	енный ана	лиз 🕻	Келезобет	юн М	Леталл	Кирпич										Стиль	Окно	· ? · = · ·
ХҮХ Добавить Добавить Создать в узел* элемент" САПФИР ∰ (50) + Ш +	Копирование Упа	аковка Пе	ремещение *	 ●・ ● ●<th>₩ •</th><th>Е. Жесткост</th><th></th><th>₽</th><th>структо речений*</th><th>CC I⊑ A</th><th>Заданн армирова</th><th>ное ание*</th><th>2 Вариант</th><th>2 ·</th><th>Блоки</th><th>** **</th><th>【↓・ イ・ ま・3</th><th>Редактор Наг агружений</th><th>узки ж - 1</th><th>С Найти центр</th><th>k • 1 0 0</th><th>2) • Σ↓</th>	₩ •	Е. Жесткост		₽	структо речений*	CC I⊑ A	Заданн армирова	ное ание*	2 Вариант	2 ·	Блоки	** **	【↓・ イ・ ま・3	Редактор Наг агружений	узки ж - 1	С Найти центр	k • 1 0 0	2) • Σ↓
Создание		Редакт	ирование					Жестко	ости и сел	И				Констр	уировани	re 👘		Har	узки		Инстру	менты
😸 🎩 Жесткости и материалы	×	🔳 CT	1 PK EN 199	2-1-1:2004/	2011 Ma	гериалы	для расче	ета Ж/Б	конструк	ций											×	~
Применять свойства: только тек	ущей закладки	Отиг	ТЕРЖЕН	ь											Редактир	уемые т	аблицы	cn.	PK EN 1002-1-1	-2004/2011		2
→ Жесткость:	4	#	Название	Вид рас	Симм	Низ (Верх	Бок (Ⅲ пре	Прод	Непр	Шаг/Д	. Длин.	Расч	Ly	Lz	Учит	Название	FK EN 1992-1-1	.2004/2011		*
an la		1(1.		Колонна	C	5.00	5.00	5.00	+	0.30	0.40	Д 28 MM	0.00	КРД	0.95	0.95	+		Арматур	Nð.	- 1	5
=		5(1		During		5.00	3.00	3.00		0.50	0.10	A so his	0.00	Nº A	0.00	0.00			Продольная	Поперечная		5
▲ Материалы: CП РК EN 1992-1-1 ▼ Кариан																		Класс	A ~	A `		27
тип: Бетон: Арма	атура:																	Вид Ст	ержни 🗸	Стержни	~	
2. Оболочка (Изг 1. С20/25. 1. А5	500.A500.A5	<															>	fyk M⊓a	500	500		
8			пластин	A														k=fik/fyk	1.05	1.05		
4. Заданное армирование:	+ -	7	Название	Вид расч.	Вуд. П.	Низ Х.	Bepx X	Низ Ү	Верх	Ү 1 КВ	.м Пг	пре П	1родо	Непро	Шаг/	Учит	Высо	E _{uk} .%	2.5	2.5		6
		2 (Стена	Оболочка	+	4.50	4.50	4.50	4.50		+	0	.30	0.40	Ш 20	-		γ ₅ Основ	1.15	1.15		20
×6																		V _s Asap	1	1		
G Жесткости Ж/Б Металл Кладка ТЗА		1																V Сейсм	1	1		
Задание параметров для железоветонных констру	ventug																	Is II NC	1	1		<u>a</u>
4 2 (1, 3). Оболочка (Изгиб, Сжатие	• тип	<															>	Вязаный кари	ac 🗸 🙀	32 🗸 💼 1	~	
т 3 (1, 3). Балка.	ОБЕТОН	OBET	юн															h [00	Коэффиция	внты		
		1	Название	Клас f_c	k, f_ctk	E_C	Вид б	Марк	. Диаг	Отно	Acc K	Act K	G_C	Eta K	Учит	SEY ,	SEZ ,	K3 0.8	K4 1			
	Carmatora	1		C20/25 20.	.0 1.5	300	тяже	1000	0или	60.0	0.85	1.00	1.50	1.00	1.00	0.00	0.00	θ° Основ	чет поперечно: Авар	й арнатуры Сейсн		
	1																	Pac ~ 45	yro ∨ 45	yro ∨ 45		1 B
	t																	cotθ ⊡ or	раничить длин	ой КоЭ		
P	едактировать	<															>	MDa	Продольная	Поперечиля		
	Копировать	APN	АТУРА															f_yk	500.00	500.00		
	Удалить	#	Название	RX Пр	Вид пр	. f_yd,	f_ywd,	. k=ftk/f	E_uk,	RT По	о Вид	np f_1	yd, f	_ywd,	k=ftk/f	E_uk,	Карка.	Класс	A	A		
014	x. <u>F.</u>	1(1.		A300	стерж	434.8	347.8	1.05	2.50	A500	стер	рж 4.	34.0	347.6	1.05	2.50	ризан.	D (mm)	6-40	6-40 434.78		
Distance in the second s	ополнительно																	f_tk	525.00	525.00		
Назначить текущим	Настройки																	f_ywd	347.83	347.83		
														-			>	k=f tk/f vk	1.05	1.05		
Список для фрагмента	1							-									<i></i>	eps_uk, %	2.50	2.50		
		~	X +	* %	≕x =t			2									<<					3arp.: 1 /

Дополнительные группы коэффициентов и настроек в расчете армирования (арматура)

- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 добавлена проверка заданного армирования на действие перерезывающих сил и эксплуатационную пригодность (ширина раскрытия трещин).
- В таблице сочетаний для продавливания добавлена информация о типе и имени сочетаний, которые используются в расчете.
- Проверка заданного армирования расширена на все типы стандартных сечений для стержневых элементов.
- Разработан альтернативный алгоритм подбора и проверки армирования для пластинчатых элементов на основе теории Вуда.
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 реализован расчет дополнительного армирования.
- Реализован подбор арматуры по универсальной диаграмме бетона (параболически-прямоугольная диаграмма сжатого бетона).
- Для норм СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 в локальном режиме расчета добавлена информация об определяющих усилиях, которые были использованы при проверке/подборе стального сечения. Данная возможность значительно упрощает анализ полученных результатов, а также позволяет оценить вклад каждого загружения или комбинации нагрузок.
- В расчете по нормам СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 и СП РК EN 1998-1:2004/2012 реализована возможность учитывать диссипацию сейсмического воздействия за счет пластической работы конструкции при сейсмике для моментных рамных каркасов, каркасов с концентрическими диагональными и Vобразными связями, конструктивных систем типа перевернутого маятника и моментных рамных каркасов, комбинируемых с концентрическими связями.

🖡 Файл Вид Реда	актировать Рез	ультаты Оп	ции Окно ?									- 14
2 # % # ±	2 C 2 🔮 🖉	1 39 24 3	ء 🗠 🕵 🕵 🏈	🗠 🔍 ⊷ N Mv Qz	M2 Q4 M. M. 7	2 📾 K?						
Z v mappa Mz , Tc* st			Эшора N, Te Эшора N, Te Мах=0.65104 Міш=59.333 Эшора Qy Te		Эн Металлическое сече Состав Дополните: Состав сечения — I 1. Деутавр 3	ние выные характеристии	ки Ограничения подбора Тип С Ферн С Униви	Этера Му, Тс + Соста Соста С	н А с изгибон) С Балка	Junga Marel.	Qe, Te	
ha-77.633 Jin-18.696			Max=8915 Min=-6.1314		Коэффициент на 7me 7mi 1 1 Коэффициент ув изгибающихм В(Y1(Z1) = -	200жности 7/ma 1.25 еличения оментов 1	Данные для учета на устої Коаффициенты разбиен оси Y1 [1 Г ⁷ Использовать коаффи длине зленента - Коаффициенты аффекти	чивость ия на сегненты оси Z1 2 циент к геонетрическо кеной длины	ß			
Tun	элемента				1	<u>t.</u>	(учет условий раскрепле	ния)		Расчетны	е длины, м	
				/m0	□ B(Y1) = 1		1	1	1	<u>u</u>	OTH.	YI
80	солонна		1	1.02			ky = kz =	kav =		9	8.2	9
					B(Z1) = 1						Огранич	чение
1	Ymax		Z	max		-	ROČETDUR			in	на кл	acc
1	300.00		30	0.00	Lonne Lon grene	Concremented to Bost				0	1,2,3	j 4
					♥ эчитыватьд	иссипацию свисмиче	ескои энергии	Резере прочност	и 1.25			
0	Сечение		1. Двутавр 35К1		Содержит ди	ссипативную зону			-			
п	рофиль		35K1; FOCT P 57837	2017	Требуемый кла	сс поперечного сече	ния (класс пластичности В	ICM) Knacc 1.2	или 3 💌			
Ma	Гатериал		C245; FOCT 27772-2	015; Стали по ГОСТ 27772-201	Элемент прина	длежит конструкции	типа. Моментны	е рамные каркасы	-			
Co	ортамент		Двутавры стальные і	горячекатаные с параллельнь			Mexeurus					
							Каркасы с	концентрическими диа	гональными связями			
ROM	ю́нн.(N,M)		a	BHE			Каркасы с	концентрическими V-ос	бразными связями		уст.по	30K
	68.6		1	5.1			Конструкт	ивные системы типа пер	ревернутого маятника		63.	1
Клас	сс сечения,		Температ	ура Т крит.,			Моментны	е рамные каркасы, комб	инируемые сконцентрич	ескими связями	mar pe	6ep/
макс. г	по элементу		rpa	u.C				OK O	тмена Справка	тойч.	E.13H	1080
	3		1	0.0						7	нет	r
роверка							Определяющие усилия					
	N	КЭ	ces.	N.T.	My, T*M	Qz, T	Mz, T*M	Qy, T	Мх, т*м	Bw, T*N*M	№ сочетания	Класс
омбия.(N,M)	10	2118	1	-45.235	-0.454	-0.012	-18.696	-6.131	-0.007	0.000	10	3

Данные для учета сейсмического воздействия в расчете стальных конструкций

 В среде САПФИР автоматизирован сбор ветровой нагрузки для прямоугольных в плане зданий (на зоны активного/пассивного давления, торцевые стены и покрытие). В свойствах ветровой нагрузки добавлена возможность управлять профилем, настраивать количество диапазонов по высоте здания, на участках которых применяется постоянное давление. Кроме того, добавлена возможность "заморозить" созданные нагрузки, чтобы иметь возможность отредактировать их вручную.



Сбор ветровой нагрузки на двухскатное покрытие



Пример сбора ветровой нагрузки средствами САПФИР

 Автоматизирован процесс создания стержневых аналогов (СА) для стен/пилонов/простенков и перемычек над и под проемами. В том числе появилась возможность формировать СА для ребер жесткости в составе плит перекрытий.

() DDBh) == ·		САПФИР 2022 R1 x64-КОНСТРУКЦИИ - Про	рект 1		- a ×
Создание Анали	тика Армирование Расчет 3	КБК Аннотации Вид Редактирование				Стиль * Окно * 7 *
□·** / 辞』 型 → 書 語 Bul6op	• — В	азовать Заменить Металя Металя: кты материкалы Корректировка	 Вировить Вставить Выровнять Выровнять Вставить Вставить Вировнять по 	■ Угловая	В В	I на размеры Бъектов Аннотации
Свойства	0 ×	Проект 1:06ший вид			 Структура 	a ×
0 H H H I V O					10 - 0 - 11	
Идентификатор						
Тип объекта	Стержневой аналог				v uj ripoeki	1
Наименование	Стержневой аналог				· te saan	
Слой	СА над проемом				5.12	Been
Материал	Бетон 825				21-12	Стена
Способ аппроксимации	6		T LEAD AND A DECISION OF A DECISIONO OF A DECISION OF A DECISIONO OF A DECISION OF A DECISIONO OF A DECISIONO OF A			c.c.io
					ФЗСтруктура Листы ОС С.	Проскции × С
Количество участков		Служебная информация			0 × Z : 3000 L : 10530.1	5
a second and the second		Ошибки и предупреждения			UX 168.69	
	L /OL MM	, СССССС, () () () С О О О О ⁰ У 1-й этаж	- 🛅 🕻 4.Кратковременные нагрузк	инали 📅 🖣 🛱 🤹 🛧 С 🚓 .	/ %/	2000 10520 15 1
экажите оорект(ы) для реда	ктирования			194	2000	10030(15

Пример создания СА для перемычек над и под проемом

- Для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 добавлены новые настройки для автоматического формирования комбинаций нагрузок:
 - "G+W" при её использовании создаются комбинации со всеми постоянными и одной временной нагрузкой «Ветер».
 - "G+Sn" при её использовании создаются комбинации со всеми постоянными и одной временной нагрузкой «Снег».

Внимание!

Данные комбинации важно использовать в расчетах, чтобы меньше пригружать каркас. Особенно это необходимо для проверки на отрыв, опрокидывание и для расчета анкеров для фундаментов.

🍈 🗅 🖻 🖬 🕇 - 🕆 - 🏤 📾	5 Ŧ							C/	ПФИ	P 2022	R1 ×6	64-KOF	струк	ции -	Про	ект 1													٥	\times
Создание Аналитик	Армирование Расчет ЖБ	К Прав	ила сочетания нагр	узок																								×	Окн	o • ? •
📇 🐚 👘 🕆 🗁 🗁	AL MA																													
	👗 🛓 Редактируемая 🕕	, 🖻	Норнати	ный доку	мент:	СП	PK EN 1	990:200	2+A1:2	005/20	11	PK				rpynna	B (ST	R/GEO)									+	$+\times$		
Aug 800 100 100	аналитика	Nº I	Вид загружения	Подви	д	Коза	рф.безс	паснос	ти У	min '	¥s	Ya v	Ψ 0.1 Ψ	0.2 Ψ	0.3	₽0.n	Ψ1	Ψ2,1	Ψ2.n	Ψk	ξ1	ξ2	Прир	ода					1	
иналитическая мо	сель, корректировка	1	Постоянное, G				1.3	5		1											0.8	5	DE	AD.						
		2	Временное, Q	Catego	ry A		1.5			0			0.7				0.5	0.3					LIN	/E						
		3	Временное, Q	Catego	ry B		1.5			0			0.7				0.5	0.3					LIN	/E					1.00	
Свойства	# X	4	Временное, Q	Catego	ry C		1.5			0			0.7				0.7	0.6					LIN	/E						÷×
II → √ Q		5	Временное, Q	Catego	ry D		1.5			0			0.7				0.7	0.6					LIN	/E						
Описание	^	6	Временное, Q	Catego	ry E		1.5			0			1				0.9	0.8					LIN	/E						
Назначение здания	Жилые здания	7	Временное, Q	Catego	ry F		1.5			0			0.7				0.7	0.6					LIN	/E						
Режимы отрисовки осей	На активном этаже	8	Временное, Q	Catego	ry G		1.5			0			0.7				0.5	0.3					LIN	/E						
Цвет закладок	c8dcfa	9	Временное, Q	Catego	ry H		1.5			0			0.7				0	0					LIN	/E						
Файл результатов расчёта		10	Временное, Q	Темпер	атур		1.5			0			0.6				0.5	0					TE	MP						
Автозагрузка результатов	Да	11	Временное, Q	Снег Н	>1000м		1.5			0			0.7				0.5	0.2					SNO	W						
Текущий норматив ЖБК	CFI PK EN 1992-1-1:2004/2011	12	Временное, Q	CHEL H	<=10		1.5			0			0.5				0.2	0					SNO	W						
Текущий норматив АКК	СНиП II-22-81	13	Временное, Q	Ветер			1.5			0			0.6				0.2	0					WI	ND						
Текущий норматив СТК	CFI PK EN 1993-1-1:2005/2011 *	14	Сейсническое, Ае	Сейсни	ika, Aed		1			1			1				1	1					SE	IS						
Норматив по нагрузкам	CTI PK EN 1990:2002+A1:2005	15	Ocofoe, A	Авария	ное, Ас		1			1			1				1	1					AC	CI						
🖯 Варианты конструирова	ия армокаменных конст	16	Неактивное, Qo	Неакти	вное																		NO_	ACT						
СНиП II-22-81	Да																													
ДБН В.2.6-162	Het																													
CTI 15.13330.2012	Да																													
Варианты конструирова	ия ЖБК в ПК ЛИРА-САПР																													
СНиП 2.03.01-84*	Нет																													
TCH 102-00*	Нет																													
ДСТУ 3760-98	Нет																													ąχ
СНиП 52-01-2003	Het																													
EUROCODE 2	Нет		-		01		01.4	01 D			01.5	01.5	01.0	0.11	0	T 01	0 0												i	
TKП/OP 45-5.03200	Нет	N=	тип сочетания		GK	QKT	UKA	QK,B	UK,C	UK,D	UKE	QKP	UKG	UK,H	UK,	I QK	SU	ик (JK.W	Aed	Ad	Форму	/ла				комоинаци	и		
CFI 63.13330.2012/2018	Да		1 основное(1ПС) @	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	5 0.	7	0.5	0.6			ΣYgj•G	kj + Yq1•	Qk1+EY	'qi∙Ψ0i∙Qki i	(6.10)	с учётом по	денда		
ДБН B.2.6-98:2009	Нет	1 H 2	2 1 OCHOBHOE(111C) @	91	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	o 0.	/	0.5	0.6			2Yg)•G	k] + Yq1•	Ψ01•Q8	c1+2Yqi•Ψ0i	I•QКI (с учетом по	двида		
CFT PK EN 1992-1-1:2004/2011	Да		3 2 основное(1ПС) @	1	0.85	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.0	o 0.	/	0.5	0.6			28J•Yg	•GKJ + Yo	11•QK1	2Yqi•40i•Q	210 (6	с учетом по	деида		
TKIT EN 1992-1-1-2009	Нет		Особое Аварииное	(1IIC)	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.	2				1	2GK] +	Ad + Ψ1	•QK1 + :	2W2I•QKI (6.	.110)	с учетом по	денда		
CTO HOCTPOR 2.6.15-2011	Нет		Особое Сеисника()	LINC)	1	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.	2			1		ZGKJ +	Aed + 24	21•Qki	(6.12b)		с учетом по	деида		
EN 1992-1-1-2004.IDT	Нет		характеристическо	e(211	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.6	o 0.	7	0.5	0.6			2GK] +	QK1 + 24	POI+QKI	(6.14D)		с учетом по	денда		
 Варианты конструирова 	вия СТК в ПК ЛИРА-САПР	114	Частое(2ПС) (#5	000 000	1	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.6	0.3			0.	2					2GKJ +	ΨI•QKI	+ 2Ψ2I+	QKI (0.150)		с учетом по	деида		ψ×
СНиП II-23-81"	Нет		квазипостоянное(2	nc) @6	1	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.3			0.	2					26KJ +	2421•Qid	(0.100)		с учетом по	денда		
EN 1993-1-1:2005/2011	Нет		GHW @1		1														1			ZGKJ +	W Se				взаимоиск.	знакопер.		
AISC LRFD 2nd edition	Het		10 07511@1																			ZUKJ T	50				BIGHMONCK.	анакопер.		
CT116.13330.2017	да —																													
дон В.2.6-198.2014	THET *	1																												
Текущий норматив СТК		1																												
текущии нормативный докумен	п для стальных конструкций	- <																										,	1	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	I∕⊙⊾ığığ.		ОК Отмена						*	×	У	станов	ить стаң	дартны	е прав	ила		B	ычисли	ть кож	ффици	енты								
Укажите объект(ы) для редактир	ования																					NUN	OPTO						1	

Новые комбинации нагрузок в среде САПФИР

ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ - компоненты технологии BIM

 В новой версии расширены возможности двусторонней связки Autodesk Revit.
 Реализована BIM интеграция с Autodesk Revit 2023. Адаптирована работа по экспорту как физической, так и аналитической модели. Создана возможность импорта только аналитической модели из Revit 2023.



Двусторонняя интеграция с Autodesk Revit 2023

 Для Autodesk Revit 2022 и Autodesk Revit 2023 добавлена возможность импортировать результаты армирования с учетом измененной аналитической модели. В настройках импорта указывается окрестность и угловая точность с которыми будут находиться наиболее подходящие стержни для балок, колонн, а также пластины для стен и плит.



Передача результатов теоретического армирования с настройкой параметров

 Настройка импортированной аналитики. Разработан инструмент, позволяющий импортировать отредактированную пользователем аналитическую модель.



Передача отредактированной аналитической модели из Revit в ЛИРА-САПР

 Для контроля армирования пластинчатых элементов разработан специальный инструмент, который позволяет автоматически выделить цветом недоармированные зоны в пластинчатых элементах. Данный инструмент взаимодействует как с армированием в виде сеток - "Распределенная", так и с объектом "Армирование по траектории".



Контроль армирования в Revit при использовании инструментов "армирование по площади" и "армирование по траектории"

 Разработан двусторонний конвертер Tekla Structures 2022 – ЛИРА-САПР – Tekla Structures 2022. Конвертер Tekla Structures – ЛИРА-САПР – Tekla Structures позволяет в полном объеме выполнять расчет и проектирование металлических и железобетонных конструкций.



Передача проектной *.ifc и расчетной *.Lirakm моделей из Tekla Structures 2022 в ПК ЛИРА-САПР

- Разработана возможность при импорте IFC файла выполнить настройку параметров IFC, т.е. выставить соответствие между параметрами IFC объекта и параметрами объекта САПФИР. Настройка соответствий параметров может выполняться для каждого типа объектов IFC.
- Разработан и адаптирован новый инструмент импорта файлов DWG формата. Это позволяет использовать данный формат:
 - в виде плоских "подложек" которые могут быть основой для построения модели в Сапфире;
 - как основу для наполнения библиотеки типовых узлов с последующим формированием чертежей;
 - о для автоматической генерации модели по поэтажным планам DWG.



Импорт поэтажных планов с использованием формата DWG

- Для поэтажных планов DXF/DWG добавлены возможности:
 - о выполнить импорт спецэлементов КЭ 55;

Через наименование слоя можно задать следующие параметры: отступ спецэлементов от низа этажа, жесткости (Rx, Ry, Rz, Rux, Ruy, Ruz) и систему координат в которой они заданы (глобальная, локальная). Кроме того, все эти параметры можно задать непосредственно в самом САПФИР при импорте поэтажного плана.

выполнить импорт вертикальных линий триангуляции для стен

Через наименование слоя можно задать тип и шаг аппроксимации линии.



Импорт поэтажных планов с возможностью задания линий и точек триангуляции

• Улучшен инструмент, который позволяет экспортировать используемые в проекте типы армирования (ТА) для колонн в DXF файл.



Экспорт результатов типов армирования в соответствии с унификацией колонн

- Добавлен импорт новых объектов SAF:
 - Нагрузки на плиты сосредоточенная нагрузка, сосредоточенный момент, линейная равномерно-распределенная нагрузка, линейный момент, линейная трапециевидная нагрузка, плоскостная нагрузка;
 - Нагрузки на колонны сосредоточенная нагрузка, сосредоточенный момент, линейная равномерно-распределенная нагрузка, линейный момент, линейная трапециевидная нагрузка;
 - Нагрузки на стены сосредоточенная нагрузка, сосредоточенный момент, линейная равномерно-распределенная нагрузка, линейный момент, линейная трапециевидная нагрузка, плоскостная нагрузка;
 - Нагрузки на балки сосредоточенная нагрузка, сосредоточенный момент, линейная равномерно-распределенная нагрузка, линейный момент, линейная трапециевидная нагрузка;



• Шарниры в балках и колоннах.

Нагрузки на балку в ArchiCAD 25



Нагрузки на балку в САПФИР 2022 после импорта SAF

Препроцессор САПФИР-Конструкции

ТРИАНГУЛЯЦИЯ

- Усовершенствован инструмент, позволяющий в автоматизированном режиме создавать области триангуляции для плит:
 - в дополнение к областям триангуляции для плит, расположенных над стенами, появилась возможность создавать области триангуляции для плит под стенами с отступом от стены в 4-х направлениях и индивидуальным шагом триангуляции;
 - доработан алгоритм формирования контуров триангуляции, обеспечивающий более качественную триангуляцию плит в местах примыкания стен.



Создание областей триангуляции для плит

- Реализована возможность автоматизировать сгущение сети триангуляции для плит вблизи отверстий. В свойствах проема можно задать шаг точек триангуляции вокруг проема, количество рядов точек с фиксированным шагом и общее число рядов точек триангуляции. После рядов с фиксированным шагом триангуляции программа создает несколько рядов с переходным шагом, чтобы "смягчить" переход от мелкой сети у проема к более крупной в пролете.
- В свойства расчетной модели добавлен параметр "Улучшать триангуляцию у пересечений", позволяющий избежать создания узких треугольных КЭ, если выбран крупный шаг триангуляции для схемы. При активации данной опции в местах, где должны были бы появиться узкие треугольные КЭ, выполняется сгущение триангуляционной сети и формируются более качественные КЭ.



Улучшение триангуляции у пересечений (САПФИР)



Сравнение напряжений в плитах с опцией улучшения триангуляции у пересечений (ВИЗОР-САПР)

 Расширены возможности нода "Создание сетки на стене", который с заданным шагом триангуляции формирует горизонтальные и вертикальные линии триангуляции в стене. Для нода добавлены новые параметры:

- "Список отметок", позволяющий задать интервалы горизонтальных линий триангуляции от низа стены и между собой;
- "Интервалы по проемам", позволяющий адаптировать линии триангуляции стены под вертикальные линии триангуляции от проемов, если такие заданы в свойствах проема.



Создание линий триангуляции в стенах с помощью нода

НАГРУЗКИ

- Расширены возможности диалогового окна "Суммирование нагрузок". Теперь он работает не только с аналитической, но и с расчетной моделью.
- Реализована возможность передавать нагрузку от подколонника в модель грунта. В свойствах колонны появился блок свойств, позволяющий назначить аналитическому представлению подколонника распределенную нагрузку на грунт Рг, коэффициенты постели С1 и С2, горизонтальную жесткость опирания плиты на грунт Сх и Су, условия опирания или граничные условия.
- Выполнена оптимизация отрисовки визуальных моделей нагрузок. В версии 2022 модель с большим количеством нагрузок вращается, панорамируется и зуммируется в 1,5 раза быстрее чем в версии 2021. Данный параметр активируется в диалоговом окне Настройки САПФИР/Визуализация/Упрощенная отрисовка нагрузок.
- Реализован ручной режим приложения ветра, когда ветровая нагрузка автоматически не формируется, а для пульсационного загружения используются статические нагрузки, заданные пользователем.

- Добавлена визуализация ветровой нагрузки в архитектурной модели с возможностью "заморозить" ветер. Данная опция позволяет отключить/включить автоматическую регенерацию ветра при изменении геометрии конструкции.
- При автоматическом способе приложения ветра напор/отсос в пространстве, появилась возможность сбора ветра на боковые стены (зоны A, B, C) с указанием аэродинамического коэффициента для каждой зоны.
- Реализован сбор ветровой нагрузки для плоских, двускатных и односкатных кровель в соответствии с нормами СП РК EN 1991-1-4:2005/2017



Автоматический сбор ветра на кровлю

- Оптимизирован сбор ветровой нагрузки на стержневые элементы. Теперь учитываются углы наклона стержня и углы поворота сечения. Возможность корректировки коэффициента восприятия нагрузки для каждого элемента.
- Разработаны инструменты для создания специальной параметрической нагрузки. Данная нагрузка передается в ВИЗОР-САПР в виде распределенных по площади нагрузок на пластинчатые элементы или в виде нагрузок, распределенных по длине стержневых элементов, а не нагрузкой штамп. Интенсивность нагрузки может быть задана через параметры "Нагрузка на площадь, тс/м2" для пластинчатых элементов или "Погонная нагрузка, тс/м" для стержневых элементов. Нагрузка может быть приложена по нормали к КЭ. В таком случае становится доступным еще ряд параметров для моделирования давления жидкости и газа на стенки резервуара.
- Значительно упрощена процедура сбора нагрузок с поверхности или плиты и перераспределения их на балочную клетку произвольной конфигурации. Для распределения нагрузок используются плиты перекрытия или поверхности со специальной новой интерпретацией "Посредник для нагрузки" и нагрузки с опцией

"Через посредники". Во время создания расчетной модели активируется опция "Распределить нагрузки на балки через посредники" при которой программа автоматически выполняет все дальнейшие действия: пересечения, триангуляцию, назначение опор и расчет. По результатам расчета САПФИР формирует неравномерно-распределенные линейные нагрузки на балки. Для каждого элемента есть возможность корректировки коэффициента восприятия нагрузки



Сбор нагрузок с поверхности или плиты

• Для нагрузки-штамп добавлена возможность выполнить отсечение контура по линии, плоскости (штриховке), контуру других объектов.

АНАЛИТИКА

 Реализован инструмент "Вентканал", который автоматически вырезает проемы в тех стенах и плитах, которые пересекает. Проемы могут быть созданы точно по форме вентканала или с заданным отступом. Все проемы являются ассоциативными и при изменении расположения вентканала или его размеров выполняется автоматическое обновление проемов.



Создание отверстий в несущих элементах каркаса при использовании нового инструмента 'вентканал'

- Добавлена возможность выполнить создание наклонной колонны. В свойствах объекта указывается угол наклона и направление наклона колонны. Для наклонной колонны доступен практически полный набор свойств вертикальной колонны: изменение параметров жесткости, формирование АЖТ, назначение условий опирания и граничных условий, формирование точек триангуляции и др.
- Реализована автоматическая генерация стержневых аналогов в системе САПФИР. Для создания стержневого аналога (СА) распознаются простые прямоугольные сечения из:
 - линейных участков стены;
 - прямоугольной в плане плиты;
 - о перемычки над проемом и под ним;
 - пилонов или балок, представленных в расчетной модели пластинчатыми КЭ.

В свойствах СА можно указать количество участков СА, что будет равно количеству целевых стержней СА в ВИЗОР-САПР. Также разбивку СА можно указать через шаг аппроксимации.

Для создания СА из стен или плит в свойствах соответствующих объектов добавлена опция.



Генерация стержневых аналогов для стен пилонов

В свойства дверных и оконных проемов в дополнение к возможности заменить область над проемом на стержень добавлена возможность сохранить моделирование области над проемом пластинчатыми элементами и сгенерировать перемычку в виде СА. Аналогичным образом можно сгенерировать СА и для подоконной зоны.

🙈 🗉 🖿 🗉 🐂 🗤	e 🖌 🏠 🖴 👘	CATIONP 2022 R1 x64-K0HCTPYRLIMI - CA wag reportion sysf	_ Ø X
Создание Аналит	тика Армирование Расчет ЖБК	Аннотации Вид Редактирование	Стиль - Окно - 🍞 -
🕞 - 🔧 🛛 🕿 🖉	// · 🕰 🗧 % 🗙 · 👘	🛍 🎕 🐔 🖬 12× 🚓 👳 🏨 🚣 📃 🗊 🗑 中小阪 Pr 2 🗟 🗟 🗟 🗑 🗒 🖿 🖬 🖷 🛶 🖿	
	- A - X V		
		зразвать заменить Метали М	
Bur6op		Корректировка Подрезка Геометрия Блоки Выбор объектов Аннотации	
[Паранетры 📋 Заполн	Hense ac ac a atc 🕦	[1500]] 2220 [rnyfema : 50]] / 2220 / 200 []	
Свойства	я × 🔶 Стартовая	а страница 🦯 🚱 СА над проемом.spt.06ций вид 🗙 📓 СА над проемом.spt.78cvertnas нодель варкант 1	Структура д 🗴
			(8 - 📦 📑 🛤 🔿
Идентификатор 1271	112	In the second	>-9 (\$ Дверь
Тип объекта Двер	рь		> - 🖓 {\$ Стык
Наименование Двер	pb 3 cappun		> - 🖓 {\$ Стена
Слои Слои	II CATIONP		> 🖓 🗋 12-й этаж
Заполнение проема	~		>
Функция Не от	определено		5 - V 10-4 STAX
Маркировка			5-9 T 8-й этаж
Аппроксимация 1.0			> 🔍 🖿 7-й этаж
Высота проема, мм 1500		Here I have I ha	> 🖓 🗋 6-й этаж 🗉
🖂 Размещение двери			> - 🖓 🗀 5-й этаж
Размещение проема По н	нормали		> 🖓 🗋 4-й этаж
Привязка Слев	13		> С Э З-й этаж
Позиция, мы 300			> - V
Baons creme Her			
Привязка уровня			> - 🖓 🛅 Фундамент
Привязка уровня От н	иза этажа		> - 🖓 [🖇 Оси координаци 🗸
Уровень, мм 0			< III >
Уровень, мм 0		The second	9\$Структура 📄 Библиотеки
Глубина мм 50			Вилы Я Х
Сторона Лице	esan		Hard A. A. R. and M.
Вектор проема По н	нормали		
Четверти, мм 0			У С Виды
Parpyska of Berpa Pier			у 🏳 3D-Вилы
Обозначать опалубку Нет	**		6 Общий вид
Перемычка СА			Расчётные схемы
СА под проемом Нет			В Расчетная модель вари
Горизонтальные лини Стеря	Anten		
Обозначать на плане Да			
Удельный вес, т/м ² 0			
Тип нагрузки Лине	ейная нагрузка		
Толщина, мм 160			
Площадь основания, м° 0.24			
Объём, м ³ 0.533	3		
Переминика		Y : 7223	
Нет - перемычка моделируется	я пластинами.	2 - 37700	
Стержнем - с жёсткими КЭ10 п	то краям для		< III >
🗟 Свойства 🔍 Предварител	льный просмотр		Д Виды Листы
Служебная информация			
	15 / 0 h 15	12 : 10 1 10 16 16 10 10 16 10 10 17 19 13-13 state : 音 X6 4.3stpycetuse npovee : 17 17 16 : 4 : 4 0 4.7 7	
Редактируйте значения параме	етров указанного объекта : "Дверь"	NUM 0910 7229 -2323 -30780	31702.74 1

Генерация стержневых аналогов для перемычек

Для балок прямоугольного сечения появилась возможность сформировать СА в виде тавра. Программа автоматически распознает высоту тавра, а ширину полок тавра можно задать в свойствах СА.

- Усовершенствована "Проверка модели":
 - о уменьшено количество предупреждений, которые не являются критическими;
 - усовершенствован алгоритм поиска пересекающихся контуров плит для случаев, когда плиты имеют сложный контур в плане;
 - в дополнение к поиску дублирующихся объектов добавлен поиск объектов, чьи аналитические модели частично пересекаются между собой, что позволит избежать ряда ошибок в расчетной модели;
 - при проверке модели на совпадение или пересечение объектов добавлен учет объектов с разных этажей.



Проверка модели в версиях 2021(слева) и 2022(справа)

- Разработаны инструменты для создания подпорной стены и плиты переменной толщины. Контур сечения подпорной стены задается через диалоговое окно "Параметры сечения". Для плиты переменной толщины указываются наименьшая и наибольшая толщины плиты. Аналитическая модель подпорной стены и плиты переменной толщины представлена в виде нескольких пластин разной толщины. Количество пластин задается через параметр "Число разбиений аналитической модели" в свойствах плиты/стены. Пластины могут быть соосны или смещены относительно друг друга на жесткие вставки.
- Для колонн и балок добавлена возможность задать переменное сечение для всех стандартных сечений САПФИР.

 Сталежелезоветон Дополнительные Подпорные стены Конструктор сечений Библиютека проекта Общая библиютека 	Параметры сечения Текущий Стандартные Прямоугольный(S0) Павр обратный(S1) Тавр (S2) Двутавр(S3) Швеллер(S4) Корьцо(S6) Кольцо(S6) Крест (S7) Крест несимметричный(S9) Уголок(S10) Несимметричный тавр(S11)			Ŧ
	 Сталежелезобетон Дополнительные Подпорные стены Конструктор сечений Конструктор сечений Библиотека проекта Общая библиотека 	Наименование Коническое сечения b, мм h, мм Paзмер 2-го сечен 'b, мм 'b, мм	600х800 Прямоугольн Да 300 400 ия 600 800	+

Колонна переменного сечения

Обратите внимание, что в ЛИРА-САПР переменное сечение может быть только брус и двутавр, то есть после импорта переменных сечений бруса и двутавра они сохранят свои параметры. В другом случае, после импорта стержень разбивается на части с нарастающей жесткостью.



Стержень переменного сечения после импорта в ЛИРА-САПР

 Разработаны инструменты для разделения стены колонной. В свойствах колонны появился новый параметр "АЖТ колонна-стена", который позволяет создать абсолютно жесткое тело (АЖТ) между торцами стен и колонной. АЖТ является ассоциативным, т.е. при перемещении одной из стен или колонны сохраняется связь между объектами.

Разделение стен колонной и формирование АЖТ между ними

- Реализовано опциональное отображение сети КЭ в физической модели. Опция становится доступной после выполнения триангуляции и сохранения *.s21 файла для передачи в ВИЗОР-САПР.
- В аналитической модели реализовано отображение созданных АЖТ (заданных, как свойство и сформированных в результате поиска пересечений). АЖТ отображаются в виде оранжевых линий, соединяющих между собой узлы, которые входят в состав АЖТ.



Отображение расчетной модели с АЖТ в версиях 2021(слева) и 2022(справа)

 Добавлен ряд инструментов, позволяющих оценить качество сформированной триангуляционной сети: мозаики качества пластин, площади пластин, минимальные углы пластин, минимальные длины ребер пластин, длины стержней и угол поворота стержней.



Мозаика качества триангуляционной сети

 Добавлена команда "Выровнять" для выравнивания стен по вертикали. Существует два режима выравнивания: по параллели - после выравнивания они будут параллельны относительно выбранной стены, но не соосны; по вертикальной соосности - после выравнивания они будут параллельны и вертикально соосны относительно выбранной стены.

Выравнивание

- Добавлена возможность выделения однотипных объектов горизонтальной плетью.
 Выделение осуществляется с помощью команды "Выделить по горизонтали".
 Реализовано выделение следующих объектов:
 - о Колонны;
 - о Сваи;
 - о Стены;
 - о Балки;
 - о Плиты;
 - Фунд плиты;
 - Точечная нагрузка;
 - Линейная нагрузка.

Выделение горизонтальной плетью

• В свойства проекта добавлены допуски для аналитических моделей объектов:

- настройка минимальной высоты "порожка" двери для аналитических моделей стен;
- коэффициент отклонения толщин стен при преобразовании контура в стены.
- Усовершенствован инструмент "Лестница":
 - расширены варианты опираний для лестниц. Появилась возможность назначить опирание марша на лестничную площадку и плиты перекрытий в виде объединения перемещений по Z, по X и Y или выбрать пользовательское опирание;
 - добавлено автоматическое согласование местных осей лестницы при передаче модели в ВИЗОР-САПР.
- В диалог "Привязка базовой точки" добавлен выбор расположения аналитического представления балки и колонны внутри сечения.



Настройка привязки физической и аналитической модели в балке

 Усовершенствован инструмент "Шахта" для работы с уровнями этажей и дополнительными уровнями внутри этажа. Создание отверстий по контуру шахты происходит автоматически во всех плитах через которые проходит шахта.



Обновленный инструмент Шахта с возможностью динамически создавать проем в плитах

- Добавлена новая функциональность для объекта "Прочее":
 - в свойствах объекта "Прочее" можно выбрать функцию "Вентканал" и таким образом выполнить автоматическое создание отверстий во всех стенах и плитах, которые пересекает данный объект "Прочее";
 - о команда "Рассечь по этажам" расширена также и на "Прочее".
- Для капители и подколонника добавлена возможность выполнить создание ступеней только в одном направлении.
- Реализовано структурирование спецификации металлоконструкций по номинативным типам элементов: колонна, балка, фахверк, связь, шпренгель, подпорка, распорка, раскос, прогон, канат.
- Для существующей команды Обрезать реализована опция Удлинить, которая позволяет удлинить под указанную линию все линейные объекты САПФИР. Команда доступна в 3D видах, на планах этажей, на фасадах, сечениях, разрезах и на чертежах.
- Реализована возможность выполнить сохранение файла САПФИР вместе со всеми файлами, которые с ним связаны (SLD - модель грунта, DXF, DWG, IFC, SAF, XLS и ASP - результаты армирования) в отдельную папку проекта. Аналогичным образом можно создать архив проекта.



Сохранение файла САПФИР со всеми файлами, которые с ним связаны; создание архива проекта

• В панели Структура проекта добавлена возможность управления видимостью объекта через соответствующую кнопку.



Видимость объектов в диалоговом окне Структура



Работа с видимостью объектов

 Также добавлено отображение названия сечения и автоматическая сортировка элементов - элементы с одним типом и размером сечения находятся рядом в списке.



Сортировка объектов по сечению

- В панели Виды произошли некоторые изменения и улучшения, а именно:
 - виды армирования после создания попадают в новый раздел КЖ;
 - о добавлена сортировка в алфавитном порядке;
 - добавлена возможность перемещения видов армирования по древу с помощью соответствующих кнопок;
 - добавлена возможность создания пользовательских разделов; перемещение видов армирования по разделам с помощью "drag`n`drop";

Виды	×
j≅v∕ ¢ it ₽ 🖻	
 Виды □ □<!--</td--><td><u>2 L</u> 18 s:</td>	<u>2 L</u> 18 s:
Общий вид	<u>3 L</u>
Создать новый раздел	×
Задайте имя раздела	
КЖ Сваи	
ОК Отмена	
КЖ Стены ДЖ_1 Армирование диафрагмы ДЖ_1: Разрез А-А КЖ Плиты Гм-1 Армирование перекрытия Пм-1: Разрез А-А	
Виды Листы	

Создание нового раздела (папки)

- о добавлена возможность изменения имени раздела;
- о автоматическая сортировка видов армирования по типам КЖ;



Разделение по типам КЖ

о добавлена возможность сохранения позиции камеры;



Сохранение позиции камеры вида

о групповое выделение с последующим перемещением или удалением видов.

Диалоговое окно Виды

- Расширена функциональность стартовой страницы:
 - добавлено контекстное меню для последних открытых файлов, позволяющее открыть папку в которой лежит выбранный файл или удалить файл из списка последних открытых;
 - добавлена команда Импорт, чтобы сразу импортировать файлы без необходимости создавать пустой файл *.spf.

ЧЕРТЕЖИ

 В версии САПФИР 2022 была реализована возможность поместить на лист чертежа произвольное изображение, импортируемое из файлов популярных растровых форматов (PNG, JPEG, BMP). После импорта рисунка есть возможность изменять его плотность, размер, пропорцию сторон.

🙈 🗈 🗁 🗉 h -	r 🕆 🏠 🖴 🔻					CA	ПФИР 2022 R1 x64	-конструкции - г
Создание 4	Аналитика Армирован	ие Расчет ЖБК	Аннотации Вид	Редактирование				
	t 🛪 🖉 🖄	F Q •		<u>+</u> <u>M</u> ≜ <u>M</u>	Txt	🖉 📜 😒	–	+‡→ 🖏
Линейный Цепочка Угло	овой Радиус Диаметр Дли	на Отметка Выноска С	Ось 🕂 🙀	Назначить 🚀	Текст Таблица	Линия Штриховка Отверсти	Изображение	+\$t 🔽
	дуг Размер	и узла ры		Марки	Текст	Инструменты черч	_{ения} 1	Корректировка
liraland group	С Импорт	облюдать пропорции : [∠					
	<u>2</u>							
Файл Создать Реда	ктор Вид Окна Настр	ойки Сервисы Спра	вка					
Свойства	μ×	🄕 Стартовая стр	раница 🔐 Проект 1:0	Общий вид 🖉 🛛	Проект 1:Чертёж 00	M ×		
🗄 🛛 🖉 🗸 🔍					· · ·			
Идентификатор	12							
Тип объекта	103							
Наименование	liraland group							
Слой	Слой САПФИР							-
Плотность изображения	20							
Соблюдать пропорцию	Дa							
Исходное соотношение	1.0					+		
Ширина изображения, мм	95							
Высота изображения, мм	95			U U	RALAND			
						àà		

Добавление растрового изображения на чертеж

ВИЗОР-САПР

- Добавлены новые таблицы ввода:
 - таблицы ввода загружений и расчетных сочетаний нагружений для норм СНиП 2.01.07-85*, ЕвроКод, АСІ 318-95 (США), ВАЕL-91 (Франция), ІВС-2000 (США), ДБН В.1.2-2:2006 (Украина), СТБ ЕН 1990-2007 (Беларусь), СП 20.13330.2011/2016 (РФ), СП РК ЕN 1990:2002+А1:2005/2011 (Казахстан), ТКП ЕN 1990-2011*(02250) (Беларусь), EN 1990-2011;
 - таблица ввода с возможностью задания и прямой корректировки усилий в стержнях текущей задачи;
 - о таблица ввода для формирования масс из статических загружений.

<complex-block></complex-block>	🕋 🗋 • 🔁 🖬 🦘 • i	🕐 - 🎒 🕸 🗟 🎸 -	۰ 🛃		ПК ЛИРА-САПР 2022	R1 x64 - 2.lir			Pa										o ×
	Создание и редактировая	ние Расширенное редакт	ирование Расчет	г Анализ Раси	игренный анализ	железобетон	Металл	а Кирп	14	Пластин	u							Стиль	ь - Окно - 🤋 -
	Соданть Пересечь блок блоки Пр Сосии	Real Recurrence Concess	суперузлы Суперузлы	рэллиситы	осо структа осо	1 Мост	• V • • V •	E · R V · N	o II s V		Докумен- тация *	Найти	His The Kic	Таблицы ввода	9				
	🝞 Таблицы ввода - РСН_2.lir														-	D X	📧 Параметры	×	
	Department Horsen Taffancies PCH: 10D=2	2): Нолны плоектипования: СП 2	0.13330.2011/2016: Ин	a tañou la PCH: PCH 1 I	(СП): Линаника по нол	van: Her: Onnea	enservine PC	Hactory	Thur										
			-														- Номер таблицы РСН	1(ID=2)	
	Contain Onesia Design (🗰 🖷 👗	×	n One linear K	D Y	Harris D	×	*									норны проектирования	20.13330.2011/2016	
	создать отмена повтор поиск с	строки копировать овіреза	в оставить счисти	пь чого шрифт к	опировать в гнаити	na ccenty Ti	PRINCHALD										- Denamera Do NOSV20	Fencilon	
	🖃 🤐 Все таблицы ввода	Viron	Вид	Знакоперен. Взаинои	юл. Коэф.надежн.	Доля длит.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ^	Определяющие РСН	ACI 318-95	
	- 🕼 Таблица РСН		-				R;;1;	RX;;1;	R-X;;1;	RY;;1;	R-Y;;1;	N;;1;	NX;;1;	N-X;;1;	NY;;1;	N-Y;;1;	gins I-ro FIC	BAEL-91	
	— 🕼 Загружения	Собственный вес	Постоянное (Р)	+ 0	1.100000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	Ans II-ro FC	IBC	
		Трунт	Постоянное (Р)	+ 0	1.150000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.870000	0.870000	0.010000	0.010000	0.010000	для аварийных сочетаний	ДБН В. 1.2 - 2:2006	
		napyarible cteribl	TINL TORHHOE (P)	+ 0	1.100000	1.00000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	В расчетной скене заданы:	CT5 EH 1990-2007	
		Organization	Doctomenoe (P)	+ 0	1.100000	1.000000	1.000000	1.0000000	1.0000000	1.000000	1.0000000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	расчетные нагрузки	01 20.13330.2011/2016	
		Оприндения Перегородии обстределения из	Davit, rooming (P)	- v	1 100000	1.000000	1.000000	1.000000	1.0000000	1.000000	1.0000000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	0.910000	норнативные нагрузки	CITPR EN 1990:2002+A1	III RPA
		Перегородки распределенные	Anni, Ibonne (H)	* A	1.100000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	Не учитывать сейснику для II-го ПС	EN 1990-2011(0225	
		Don	Постовние (Р)	* 0	1.300000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.770000	0.770000	0.770000	0.770000	0.770000	Не учитывать особое загруж. для II-го ПС	1	
		Покльтие	Постоянное (Р)	+ 0	1.300000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.720000	0.720000	0.770000	0.770000	0.770000	Показывать динанические нагрузки		
		Полезная	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000			
		Полезная балконы	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000			
		Полезная звакуационная	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000			
		Полезная технологическая	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000			
		Полезная подвал	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	1		
		Полезная парковка	Кратк, прочие (Pt)	+ 0	1.200000	0.350000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000	0.833000			
		CHEF	Кратк. прочие (Pt)	+ 0	1.400000	0.700000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.714000	0.714000	0.714000	0.714000	0.714000			
		Ветер статика Х	Неактивное (Н/а)	+ 0	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000			
		Ветер статика -Х	Неактивное (Н/а)	+ 0	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000	0.000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.000000			
		Ветер статика Ү	Неактивное (Н/а)	+ 0	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000			
		Ветер статика - Ү	Неактивное (Н/а)	+ 0	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.000000			
		Ветер диналика Х	Мгновенное(М)	+ 2	1.400000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.714000	0.000000	0.000000	0.000000			
		Ветер динаника -Х	Мгновенное(М)	+ 2	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.714000	0.000000	0.000000	Нормы проектирования		
		Ветер диналика Ү	Мгновенное(М)	+ 2	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.714000	0.000000			
		Ветер динаника -Ү	Мпювенное(М)	+ 2	1.400000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.0000000	0.000000	0.000000	0.714000			
																~	1		
		<														>			
																	Закрыть		
									N.L.										
○今・用 → - 10 当 か · 0 · 20 点 ▲ 11 数 著 注 光 ○ 探 ● 1 · 2 · 2 · 2 · 2 · 2 · 2 · 2 · 2 · 2 ·														+++++					- 33
○今·田曰·臣吉芬拉·④·○·臣父臣亲礼臣孝言来亲亲亲承承承承承承承承承承承之。》②[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[[*****		+ + + + + + +				++++			++++	+++				
○今-用10-3-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-																			
○今・田山・町山沙市・街・〇・市内田市・町山市・町山市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市・田市																			
◇◇・田口・山口沙山・Յ・V・島マ田北本1185米山東京田県1×41~×・ブの詳認は1841-四・四・コ・ジ・ビョー 第本マレー・アレー 1840/8883 (244)をホーンの計読は1840-11494 (245-114)																			
- ◇- #F - 1 ◇- E ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇ F ◇		0.0.4.77.00.0	A 1 100 100 17 17 17	×	16	1.10.1.1			-										
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	こく ゆ・王 む・ ラ 単 な 甘	• 🙂 • 📎 • 🖶 🏹 🗗 🕸	A B & U X		1 🍋 . L. + 🥖 👳	a: 12 14 🔸	312 - XY	* 📫 * 🛤	0.6										
																🕻 🔺 🔍 1	. · / / 1. · // 35:: 0 / 959375	3A: 6 / 1184194	3arp: 1/1

Таблицы ввода РСН
Использование таблиц ввода делает ввод данных более прозрачным и облегчает передачу данных между расчетными схемами. Таблица ввода усилий позволяет откорректировать усилия перед вычислением их комбинаций.

 Реализован расчет контуров продавливания в случае учета «тела» колонны стержнями большой жесткости (СБЖ). Свойства стержней большой жесткости, в отличие от АЖТ, можно корректировать. Это позволяет при необходимости изменить жесткость, задать нагрузку, управлять степенями свободы СБЖ и т.д. Таким образом появляется возможность, например, смоделировать смятие торцов пилона; уменьшить концентрации напряжений по периметру примыкания "плитаколонна" при нагреве, когда плита и стержни большой жесткости прогреваются совместно.



Учет «тела» колонны стержнями большой жесткости (СБЖ)

 Появилась возможность вычислять комбинации загружений РСН и РСУ для выбранных конечных элементов. Перечень КЭ выбирается из предварительно заданного списка элементов. Список элементов может быть сформирован для фрагмента схемы, отмеченных КЭ, а также задан вручную. Кроме того, разработанный интерфейс позволяет управлять и настройками расчета, отключая лишние вычисления на конкретном этапе работы с расчетной схемой. Все это позволяет значительно экономить время расчета задач.



Результаты расчета РСН и подбора армирования для отмеченных элементов расчетной схемы

- В расчетах РСН и РСУ реализован учет отброшенных и невычисленных форм колебаний.
- Реализована автозамена типа конечного элемента при назначении жесткости. При назначении жесткостей элементам схемы выполняется диагностика соответствия назначаемого типа жесткости и типов КЭ. При обнаружении несоответствия можно выполнить автозамену типа КЭ.
- Добавлена команда, позволяющая в любой момент работы с расчетной схемой блокировать редактирование данных, которые могут повлиять на результаты МКЭ расчета, и опция, позволяющая выполнять автоблокировку редактирования данных для МКЭ расчета после его завершения.

Внимание!

При включенной команде "Запрета редактирования данных для МКЭ расчета", остаются доступными для редактирования и выполнения расчета сочетания усилий РСУ и РСН, главные и эквивалентные напряжения в конечных элементах (ЛИТЕРА), реакции/нагрузки в узлах (Нагрузка на фрагмент) и конструирование с помощью имеющихся в ПК ЛИРА-САПР систем (подбор армирования, проверка заданного армирования в железобетонных и сталежелезобетонных элементах, проверка и подбор поперечных сечений стальных элементов, расчет элементов из кладки, подбора арматуры в армокаменных конструкциях). Также после статического и динамического расчета схемы для выполнения конструктивного расчета можно выполнить корректировку жесткостей. Для режима Железобетонные и Армокаменные конструкции изменения могут касаться только габаритов сечения, т.е. изменения размеров сечения. Для режима Стальные конструкции – добавления нового типа сечения металлопроката, а также смены номера профиля ранее созданного сечения.



Запрет редактирования данных для МКЭ расчета

- Реализована автоматическая отметка элементов, примыкающих к отмеченным узлам и/или элементам. Повторное выполнение команды расширяет зону выделения.
- При отметке элементов путем указания высотных отметок и координационных осей учитываются все установленные фильтры в диалоговом окне «Полифильтр».
- Также добавлены фильтры, позволяющие отметить элементы, которым не назначены материалы (ж/б, металл, кладка), то есть у которых отсутствуют исходные данные для выполнения расчетов конструирования.
- В диалоговом окне «Показать» добавлена новая настройка, позволяющая отобразить на схеме расстояние между высотными отметками.
- Если при помощи настроек в диалоговом окне «Показать» отключается показ одноузловых элементов, стержней, пластин, объемных элементов и целевых стержней стержневых аналогов, то автоматически скрываются и узлы, принадлежащие этим элементам.
- Информация об узлах и элементах расчетной схемы обновлена и дополнена информационными вкладками, описывающими исходные данные и результаты новых реализованных видов расчетов.

 Добавлена новая опция визуализации шкалы мозаик, при включении которой выводится количество объектов в процентном соотношении, входящих в каждый диапазон.



Шкала с отображением количества объектов включенных в диапазон в процентах

- Реализовано отображение изменений реакции в узлах во времени при включенной анимации результатов расчета "Динамики во времени".
- Реализована возможность сохранения графиков кинетической энергии в формате *.csv
- Улучшено задание простых контуров триангуляции:
 - добавлена опция фиксирования координат указанных курсором при задании контура триангуляции "По координатам";
 - доработан режим завершения ввода контура триангуляции по нажатию клавиши Enter;
 - добавлена настройка точности при задании контура триангуляции с использованием клавиши Shift для учета промежуточных узлов.
- При задании контуров триангуляции с отверстиями при выборе дополнительных узлов автоматически отбрасываются узлы, которые находятся за пределами внешнего контура, в области внутренних контуров и на самих контурах.
- Добавлена возможность сохранения отметки в процессе корректировки конечноэлементной сети при установленном флажке «Только для отмеченных элементов» в диалоговом окне "Преобразование сети пластинчатых КЭ".

- Добавлен новый инструмент "Вычислить спектр" для выполнения преобразования графиков зависимости ускорения (скорости, перемещения) от времени в сейсмограмму, велосиграмму, акселерограмму и график спектра ответов.
- Для модулей динамики 27 и 29 при построении узловых спектр-ответов:
 - появилась возможность учитывать демпфирование осцилятора, отличное от системного (пользовательское);
 - о добавлен способ суммирования по формам колебаний без учета сдвига фаз;
 - реализовано расширение площадки пика спектр-ответа, а также снижение амплитуды узкочастотного пика.



Узловой спектр-ответа

- Добавлена возможность цветовой настройки направлений главных осей N1 и N3 для пластинчатых элементов.
- При моделировании нелинейных загружений конструкции для "Шагового метода" расчета добавлена функция, которая позволяет формировать набор нелинейных загружений на основе сформированных сочетаний РСН.
- Добавлена возможность структурировать нелинейные загружения с помощью команд "Переместить вверх" и "Переместить вниз".
- Также добавлена функция множественного редактирования выбранных историй или локальных загружений с помощью команды "Изменить" для всех методов расчета.

📖 🗋 • 📧 🖬 🦘 • 🥐	- 🎒 🏟 🔞	🖑 - 🔐 🔹					ПК ЛИРА-С	АПР 2022 R1 xt	54 - [77.~lir]	- 0 ×
Создание и редактирование	е Расширенно	е редактирование Расчет Ан	ализ Расширенный анализ	Железобетон	Металл	Кирпич				Стиль - Окно - ? - = = X
Выполнить расчет то до МСТЕОР	р Таблица динам. загружений	Конденсация Вычислить Дин масст	ранка Вак Учет жинка Бод - напряжений Та		Таблица РСН N		Шаговая EN Монтаж EN Обрушение	Инженерная Инженерн. 2	Стадии Струппы (+) Доп. загружен	Andramania or sz decamanal Resourcement (Resourcement)
					Alon baces		TREATEND			
	Нонер таблицы РСН П РК ЕN 1990.2002-и] Динаника по ноази] Определяющие РСР N загруж.	алана не руска Козф. надежности по ответ для конбинаций I для конбинаций IV/I для конбинаций II/II Наннянование	Иня табляды РСН тотвенноги 1 - В расчетные натраж 1 - Красчетные натраж норматиеные натра Вид	СП РК ЕМ аданыс и раган Должныр ующее	1990:2002+А1:200 Энакоперем.	15/2011_1 Взаимонскл	Kose, deson	1.Snow	2.Snow+Wind+K	Image: Inclusion contrast to provide contrast, provide contrest, provide contrast, provide contrast, provide contra
	1	C.8.	Постоянное, Боцр				1.35	I •	•	
	2	Сендвич панели (кровля/стены)	Постоянное, Веир		•		1.35	1.	1.	-<1CB> Uraus in Asia
	3	Leer Beren aX	CHerosoe (* 1000, g Bernnene D				1.5	0	0.9	<9.14: Hecosepue v C2 General Devent Processor Proces
	5	BerepX	Ветровсе, Q				1.5	0.	0.	
INT	6	Berep_+U	Ветровсе, Q				1.5	0.	0.	Second Second Minday
	7	Berep_9	Ветровое, Q		+		1.5	0.	0.	V -4CB>
	8	13: Несовершенства по +Х (№ загр. 1)	Постоянное, Gsup		+		1.35	0.	1.	
	9	14: Hecceepuercrea no X [N ^a sarp. 1]	Постоянное, Цвир		•		1.35	0	u.	-<3.0HEr> Community contribution and Leady
	11	16 Heconopulations in V (N arp. 1)	Постоянное, бацо				1.35	0	0.	
	Сонтехности на Аварийное сочитан I. Сейсинческое соч /Харантеристическо /Харантеристиче	№ ПО моб ПС точена ПС ПС пс соетанев соетанев Соетане Соетанев Соетане Соетане Соетанев Соетанев Соетане	$\sum_{i=1}^{n} \gamma_{Q_i} \mathbf{G}_{i_i} + \gamma_{Q_i} \mathbf{Q}_{i_i} + \sum_{i>1} \gamma_{Q_i} \Psi_{q_i}$ $\qquad \qquad $	2 _{ка} (6,106) Та пывать условне Фидненты	блица () А 🛞 4.29 Еврокод 8	B OC				Contain the set of the set o
🎝 🚷 - 🖽 😁 -		👌 🗰 = ED = 📎	- 🌆 🖓 🗗	1 8	8 🗄	- H			🌂 🦐 緑	

Задание набора нелинейных загружений на основе сочетаний РСН

- Для физически нелинейных задач с использованием итерационных элементов реализован инструмент для просмотра, исследования и документирования вычисленных параметров напряженно-деформированного состояния для стандартных, стальных типов сечений и пластин. В диалоговом окне "Состояние сечения" доступны следующие результаты расчета для выбранного в режиме получения информации итерационного элемента:
 - мозаика нормальных напряжений в основном/армирующем материале пластин и стержней;
 - мозаика относительных деформаций в основном/армирующем материале пластин и стержней;
 - мозаика касательных напряжений тху в основном материале пластин;
 - мозаика относительных деформаций уху в основном материале пластин;
 - мозаика максимального напряжения отах в основном материале пластин;
 - о мозаика относительных деформаций єтах в основном материале пластин.



Диалоговое окно «Состояние сечения»: мозаика напряжений в основном и армирующем материале

 Добавлена опция для управления режимом синхронизации просмотра видов расчетов в строке состояния: загружений, РСН, РСУ, форм (составляющей, периода форм колебаний и потерь устойчивости), слоя для просмотра вычисленных главных и эквивалентных напряжений, промежуточных шагов в нелинейных задачах, шагов интегрирования динамики во времени. В этом режиме изменения, производимые с графическим отображением расчетной схемы в одном окне, автоматически распространяются на все открытые окна всех расчетных схем.



Синхронизация просмотра видов расчета (загружений) в открытых окнах задач

 Для определения центра масс по результатам расчета в меню "Суммирование нагрузок" реализован новый режим расчета, как для всей расчетной схемы, так и для выделенных элементов и узлов.



Суммирование весов масс для динамических загружений

- Реализованы новые режимы мозаик:
 - мозаики максимальных напряжений в армирующем материале и максимальных относительных деформаций арматуры по направлениям X1, Y1 для итерационных пластин;
 - мозаики назначенных на конечные элементы законов нелинейного деформирования для основного, армирующего материалов и законов ползучести бетона;
 - мозаика суммарной площади заданного продольного армирования в стержнях;
 - о мозаика коэффициентов неупругого поглощения энергии Fmu;
 - о мозаика конденсации масс;
 - о мозаика динамических масс в элементах.
- Модифицированы и расширены новыми командами панели ленточного интерфейса, а также меню и панели инструментов классического интерфейса.
- Добавлена возможность задавать комментарии к нагрузкам, данная возможность упростит работу смежных исполнителей при работе с одной расчетной схемой.



Комментарии к нагрузкам

 Добавлена возможность создавать и редактировать жесткие вставки для отмеченных КЭ входящих в конструктивные элементы (КоЭ). Для выполнения этой операции в текущем варианте конструирования выполняется поиск КоЭ, которым принадлежат отмеченные КЭ. Для всей цепочки КЭ каждого КоЭ рассчитывается значения жестких вставок так же, как если бы цепочка КЭ образовывала единый стержень. При задании жесткой вставки по оси Х1 изменения применяются только к первому и последнему КЭ.



Пример создания жестких вставок для стержня переменного сечения.

- При упаковке совпадающих элементов приоритет сохранения отдается тем элементам, к которым приложена нагрузка.
- При использовании функции расчета расхода бетона и арматуры добавлена возможность выбора результата, если у стержней задан тип армирования "симметрия и несимметрия".
- В новой версии при копировании динамических загружений выполняется копирование данных о заполненной таблице преобразования статических загружений в массы, а также настройки таблицы динамических загружений.
- Для удобства формирования списка задач и дальнейшей корректировки настроек формирования обобщенной задачи в системе "METEOP" реализована возможность добавить файл обобщенной задачи *.t8m в текущий список задач.
- Ускорен вывод огибающих результатов MIN/MAX/ABS по загружениям/PCH/PCУ.
- Знаки усилий для КЭ 55,255,265,295 зависят от порядка нумерации узлов этих элементов, а сами усилия вычисляются на основании разности перемещений между вторым и первым узлами. В диалоговом окне "Местные оси для КЭ 55,255,265,295" добавлена команда позволяющая поменять местами узлы, описывающие эти элементы.

(4)70	📄 • 📧 🖬 🦘 • 🕐 • 🧊 🏘 🕲	😽 - 🛻 🔒 🔹	ПК ЛИРА-САПР 2022 R1 x64 - КЭ 55.lir			- a ×
	Создание и редактирование Расширенно-	е редактирование Расчет Анализ	Расширенный анализ Железобетон Металл Кирп	м Стержни		Стиль - Окно - 🦹 -
Нагруз на стеря	а жесткости и добавить они материалы « собственный вес»	Местные оси стержней Локальные оси КЭ 55,65, ×	та однъработа Регисница Коскине вставки и систика и однъработа Регисница строкней стеркитей и систика и одна и Одна и одна и	Центр изсштабирования КЭ 67,68,69 Конструктивные Ун элементы зи	рокация Рессрепления дининов дая прогност ининов дая прогност стерхоней натрудок ² Стерхоней	
~	🔢 K9 SSJir 🗙	12 X I		▼ 10 55.lir ×		
	State x S	С1. Ост	стернен	 Constant Constant<	ная задачы. С1. Основная задача] 295 К-3)	
12 22	Ly	9. ∰ • ER • N • ∰	▽ ฿; ฅ ▮ ฿ ă ๒ ฺ	 	~ ≁ ∥ 🖗 🛛 🕸 🖄 🗘	

Замена порядка нумерации узлов в специальных элементах расчетной схемы

Подзадачи vs Блоки расчета

До версии 2022 расчетная схема могла иметь единственный набор жесткостных характеристик и граничных условий. Однако существуют задачи, в которых жесткости элементов должны отличаться в зависимости от длительности действия нагрузок. Например, при динамических расчетах, как правило, требуется переходить от модуля деформаций к модулю упругости грунта, данный подход также используется и для материалов конструкции. До сих пор можно было изменять только жесткость отдельных элементов конструкции для выбранных стадий монтажа с помощью "Монтажных групп". В версии 2022 введена возможность задавать жесткости не только для стадий монтажа, но и для произвольного набора загружений. Набор загружений, для которого расчетной схеме заданы отдельные жесткости, назовем подзадачей или блоком расчета.

В первом релизе версии 2022 добавлена возможность в рамках одной модели использовать разные наборы коэффициентов упругого основания Pz, C1, C2, C1z, C2z, C1y, C2y. Уникальный набор может быть сформирован для каждого загружения расчетной модели – статического, динамического, каждой стадии монтажа, каждого загружения нелинейной истории и т. д. Наличие разных наборов влияет на автоматическое разделение на блоки загружений. Загружения (статические и динамические), которые могут быть рассчитаны на одной матрице жесткости, объединяются в единый блок загружений. Еще один критерий разделения на блоки — это наличие/отсутствие заданных перемещений в загружениях. Т.е. если в одном загружении в каком-то узле по какому-то направлению задано перемещение, а в каком-то другом загружении в этом же узле в этом же направлении перемещение не задано, и связь по этому направлению не задана, то эти загружения будут разделены на отдельные блоки расчета.

Конечно-элементный расчет задачи, в которой заданы подзадачи, выполняется следующим образом. МКЭ-процессор обнаруживает в файле исходных данных МКЭ-расчета подзадачи. Для каждой подзадачи выполняется МКЭ-расчет как для отдельной задачи, т.к. формируется новая матрица жесткости. После расчета результаты всех подзадач сливаются в результаты исходной задачи. Полученные таким слиянием результаты далее используются для всех возможных расчетов РСУ/РСН и конструктивных расчетов (ж/б, металл, кирпич).

Внимание!

Для моделей с подзадачами действуют следующие ограничения:

Для суперэлементов задавать наборы коэффициентов упругого основания не допускается. У них по прежнему формируется единая матрица жесткости. Устойчивость по РСН может быть вычислена только в случае, если все загружения, входящие в РСН, принадлежат одной подзадаче. Из неочевидного:

 в динамике во времени используется набор, который задан для загружений с динамическими нагрузками (загружения предыстории могут иметь свои наборы);
 в расчете PushOver используется набор, который задан для загружения с инерционными силами; - в расчете ползучести используется набор, который задан для последнего загружения нелинейной истории.

Создание подзадач и привязка их к соответствующим загружениям выполняется через диалоговое окно "Редактор загружений".

По умолчанию подзадачи в файле модели не созданы, в выпадающем списке "Подзадача" содержится всего одна строка "Основная задача" и окно работает так же, как работало окно "Редактор загружений" в 2021 версии. При отсутствии подзадач все загружения относятся к основной задаче.

Нажатие на кнопку [...] открывает окно "Подзадачи" (см. Рисунок - Создание наборов свойств для подзадач). В этом окне можно создать произвольное количество подзадач. Основную задачу нельзя удалить из списка подзадач. После этого можно каждое загружение включить в определенную подзадачу.

Когда загружение становится активным, активизируются данные подзадачи. То есть, когда мы переключаем активное загружение, мы видим на мозаиках C1, C2 коэффициенты постели, соответствующие подзадаче, в которую входит активное загружение. Аналогично в окне "информация об элементе" переключение загружения переключает и коэффициенты постели C1/C2, соответствующие задаче (см. Рисунок - Наборы коэффициентов упругого основания для разных загружений).

В параметрах таблиц ввода "С1С2 Пластины", "С1С2 Стержни" и "С1С2 Спецэлементы" появился новый параметр "Подзадача", (см. Рисунок -Редактирование набора коэффициентов упругого основания с помощью "Таблицы ввода"), т.е. таблицы ввода также могут использоваться для заполнения/редактирования коэффициентов упругого основания подзадач.

Х,Ү,Z Ф Добавить узел *	Содание и редиктирование Содание и редиктирование Добанити содата в Содата в Содание в содата в Содата в Содание Содание На Содата в Содата в Содание На Содата в Содата в Содание На Содата в Содата в Содание На Содата в Содата в Содание Содание в содата в Содание в содата в содата в Содание в содата в содата в Содание в содата в Содание в содата в содата в содата в содата в Содание в содата в содата в содата в Содание в содата в содата в Содание в содата в содата в содата в Содание в содата в содата в содата в содата в Содание в содата в сод	Image:	Анализ Расшир Серенещение детинрование	× ¤ 81 = 84	AND XCARSOGENEM MERAAN DEPART	ПК ЛИРА-	2019 202 81 94 - [Rogadarwald]	Crea Core Core Core Core Core Core Core Core
E Pr	дактор загружений			×	Подзадачи			×
PEAM Here: Basia Dia Dia Dia Dia Dia Dia Dia Dia Dia D	transient en Masero 2 sergineen	work concurst Image: Concurst concurst concurst Image: Concurst concurst concurst Image: Concurst conconcurst concurst concurst conconconcurst concurst co	Construction C		NP Here Installates CLI 1 Docomes Jages CLI 2 Application CLI 2 Application CLI 1 Docomes Jages CLI 2 Application CLI 2 Application CLI 1 Docomes Jages CLI 1 Docomes Jages CLI 1 Docomes Test James CLI 1 Docomes Test James Docemes James 1 Docomes Test James Docemes James 1 Docemes Test James 1 Docemes Docemes 1 Docemes <td>2 - набор конфекц Соновная задана Кратисароночные монесса во дереня продока за елементария радината, а автовитирного вромета, а автовитирного вромета.</td> <td></td> <td></td>	2 - набор конфекц Соновная задана Кратисароночные монесса во дереня продока за елементария радината, а автовитирного вромета, а автовитирного вромета.		
Y L X							Ford a factor and the second	

Создание наборов свойств для подзадач



Наборы коэффициентов упругого основания для разных загружений



Редактирование набора коэффициентов упругого основания с помощью "Таблицы ввода"

Важно!

При решении задач на заданное смещение узлов в настройках расчета появилась новая опция, которая управляет установкой связей по соответствующим направлениям действия нагрузки в других загружениях.

МКЭ-процессор

 Добавлено формирование файла с подробной информацией о состоянии материалов (основного и армирующего) в сечениях итерационных физически нелинейных элементов. Данная возможность доступна для стержней всех типов сечений и пластин.



Пример исследования НДС сечения тавровой балки

Напомним преимущества использования итерационных КЭ при решении физически нелинейных задач: итерационный элемент не примет на себя усилия выше предела несущей способности; дает возможность учета ветви разгрузки материала по начальному модулю упругости; при разрушении не происходит фиксации накопленных усилий, предшествующих стадии разрушения; при расчете задач динамики во времени нет "запаздывания", т.е. проблем соответствия накопленных усилий и перемещений.

- Реализована нелинейная теплопроводность для пластин. Можно задавать законы изменения коэффициента теплопроводности, коэффициента теплоемкости и удельного веса от температуры.
- В расчете на устойчивость появилась возможность относить элементы схемы к одному из следующих двух классов: к классу удерживающих и к классу толкающих элементов системы. Удерживающие элементы способствуют сохранению устойчивости равновесия системы, тогда как роль толкающих элементов отрицательна, поскольку именно они вынуждают систему к потере ею устойчивости. Коэффициент чувствительности для удерживающих элементов > 0, а у толкающих < 0.



Пример расчета устойчивости, мозаика коэффициентов чувствительности

 При расчёте на сейсмическое воздействие с применением линейно-спектрального метода реализован учет отброшенных и невычисленных форм колебаний по методике, которую используют в расчетах сооружений АЭС. Соответствующая настройка расчета становится доступной при задании данных в диалоговом окне "Задание характеристик для расчета на динамические воздействия".



Учет отброшенных и невычисленных форм колебаний

При использовании соответствующей настройки для сейсмических загружений вычисляются инерционные нагрузки и нагрузочные эффекты (перемещения, усилия, узловые реакции и т.д.) от отброшенных и невычисленных форм колебаний — дополнительная составляющая (форма) колебаний. Для однокомпонентного сейсмического воздействия вычисляется одна дополнительная составляющая, для трехкомпонентного — три. Вывод результатов организован так, что дополнительные составляющие будут иметь порядковый номер начиная с n+1, где n - количество вычисленных форм собственных колебаний. Таким образом, дополнительные составляющие не имеют соответствия с номерами форм собственных колебаний. При вычислении инерционных сейсмических нагрузок принята предпосылка, что спектральное ускорение вычисляется на основе частоты последней полученной формы колебаний данного сейсмического загружения. Инерционные сейсмические нагрузки вычисляются только для линейных степеней свободы.

Реализована возможность совместной работы компонент (степеней свободы) по • заданному графику для КЭ 255, 256. Можно задавать графики работы для векторных сумм следующих компонент: (X+Y) и (X+Y+Z). График описывается 3-мя значениями — 1-й модуль упругости (R, т/м), 2-й модуль упругости (R2, т/м), перелом графика (N, т). Можно задавать любой набор графиков для отдельных компонент и комбинаций векторных сумм компонент, но каждая компонента может участвовать только один раз. Т.е., например, если описан график работы отдельно для Х, то Х уже не может участвовать ни в одной из комбинаций векторных сумм. Результаты для КЭ 255, 256 выдаются как и раньше — усилия по соответствующим направлениям локальной системы координат Rx,Ry,Rz, Rux,Ruy,Ruz. Например, это необходимо для моделирования сейсмоизоляторов в виде резинометаллических опор, которые имеют круглое поперечное сечение. На рисунке ниже показано, что заданные параметры равного значения отдельно по локальным осям Х1 и Ү1 приведут к контролируемому достижению перемещений и предельных усилий только в направлении этих осей, а воздействие под любым другим углом даст их векторную сумму, где контролируемые параметры перемещений будут больше, чем требуется для круглого сейсмоизолятора. Поэтому теперь, задав параметры для векторной суммы компонент (X+Y), мы получим контролируемые величины параметров для воздействия под любым углом в плане.



Уточнение работы сейсмоизолятора в пространственной постановке

 Решена проблема с расчетом на пульсацию ветра (модуль динамики №21), когда формы, имеющие частоту меньше предельной, не совпадали с направлением статического ветра и соответственно вычисленные инерционные силы получались близкими к нулю. Разработана формула для вычисления модальных масс в расчете пульсационной составляющей, на основании которой вычисляются модальные массы для всех форм в этом расчете. В диалоге «Параметры расчета на ветровое воздействие с учетом пульсации» добавлен параметр «Минимальная сумма модальных масс форм, имеющих частоту меньше предельной, для расчета по варианту (в) п. 6.7 СНиП 2.01.07-85» в процентах.



Минимальная сумма модальных масс форм, имеющих частоту меньше предельной, для расчета на пульсацию

Теперь если сумма модальных масс форм колебаний, имеющих частоту меньше предельной, меньше заданного значения суммы модальных масс в % или таких частот вообще нет, то расчет идет по варианту (а) п. 6.7 СНиП 2.01.07-85, иначе по варианту (в) этого же пункта.

В таблице периодов колебаний для расчета на пульсацию выводятся модальные массы форм колебаний, так же как это делается для однокомпонентного сейсмического воздействия.



Пример расчета на пульсацию ветра (модуль динамики №21)

 В библиотеку КЭ добавлены новые конечные элементы-аналоги существующих КЭ 56 и КЭ 62 – это одноузловой демпфер с шестью степенями свободы КЭ 66 и двухузловой демпфер КЭ 65. В описании "жесткости" новых КЭ можно задать коэффициенты вязкого демпфирования по шести направлениям, для линейных направлений единицы измерения т/(м/с), для угловых в (т*м)/(рад/с).

Новые КЭ могут использоваться для описания внешних демпфирующих устройств, pearupyющих на скорость перемещения узла по направлениям степеней свободы в общей системе координат. Предполагается, что реализуется вязкое демпфирование, т.е. сила сопротивления движению пропорциональна соответствующей компоненте скорости. Коэффициенты вязкого демпфирования задаются для каждого узлового смещения (поворота) независимо и не влияют друг на друга.

Важно!

Новые КЭ могут использоваться для динамических расчетов только в расчетах прямого интегрирования уравнений движения, т.е. в системе "Динамика во времени". Другие режимы расчета никак не реагируют на его присутствие в расчетной схеме.



Задание характеристик демпфера

Реализована возможность для каждого динамического загружения задавать список
 КЭ, в узлы которых будут собираться массы. Данная возможность упростит

подготовку расчетных схем, когда возникала необходимость для сбора масс создавать дублирующие загружения, в которых, например, исключались нагрузки для стилобатной части здания. Или когда в рамках одной модели выполняется расчет отдельных секций зданий на общем фундаменте, и приходилось разделять массы для получения корректного расчета инерционных нагрузок и контроля набора модальных масс по отдельным секциям.



Пример формирования списка элементов для сбора масс

- Добавлена возможность для каждого элемента схемы использовать уникальный повышающий коэффициент fvk для каждого сейсмического модуля. Данная возможность позволяет выполнить корректировку полученных усилий от сейсмики, например, для случаев, когда здание классифицировано как нерегулярное по высоте из-за резкого увеличения массы или уменьшения жесткостей вертикальных несущих конструкций в одном или нескольких этажах по сравнению с другими смежными этажами. По умолчанию коэффициент fvk для всех элементов расчетной схемы равен единице. Для контроля и документирования исходных данных доступна соответствующая мозаика.
- При выполнении расчета с контролем параметров реализован учет пользовательских критериев остановки расчета. Имеется возможность задать следующие критерии:
 - максимальное допустимое перемещение по заданным направлениям;
 - геометрическая изменяемость по заданным направлениям;
 - о потеря устойчивости по заданным направлениям.

Если в процессе расчета срабатывает какой-либо из заданных критериев, то расчет прекращается. Все результаты расчета, которые вычислены на момент достижения одного из указанных критериев доступны для анализа.

Критерии остановки расчета

- При расчёте с использованием геометрической нелинейности для стержневых элементов подключена полная геометрическая матрица жесткости. Данная возможность позволит выполнять оценку изгибно-крутильной формы потери устойчивости и находить её вклад в коэффициент запаса.
- Для всех доступных нелинейных законов деформирования основного и армирующего материалов добавлена возможность использовать коэффициент "К" для корректировки значений предельных величин напряжений.
- Реорганизован линейный и нелинейные расчеты, а также формирование файлов результатов в связи с появлением "Подзадач" и "Блоков расчета".
- Откорректирован расчет динамики во времени на воздействие сейсмограммы. Теперь учитываются скорости и ускорения в узлах, где задана сейсмограмма.
- Откорректирован учет сдвига в матрице масс стержня.
- Добавлены новые законы деформирования для бетона: 19-й полиномиальный закон деформирования бетона и 22-й нелинейный закон деформирования бетона по параболе.

Для описания 19-го закона в таблице "Параметры закона нелинейного деформирования" задаются значения для следующих параметров:

- о начальный модуль упругости при сжатии Ecm(-);
- о начальный модуль упругости при растяжении Ectm(+);
- о максимальное значение прочности бетона на осевое растяжение fcm(-);
- о максимальное значение прочности бетона на сжатие fctm(+);
- о предельная относительная деформация бетона при сжатии εси(−), εси2;
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при сжатии εc(-), εc2;
- о предельная относительная деформация бетона при растяжении ɛctu(+);
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при растяжении ɛct(+).

Для описания 22-го закона в таблице "Параметры закона нелинейного деформирования" задаются значения для следующих параметров:

- о начальный модуль упругости при сжатии Ec(-), Eck (Ecd);
- о начальный модуль упругости при растяжении Ect(+), Ectk (Ectd);
- ∘ максимальное значение прочности бетона на осевое растяжение fc(−), fck (fcd);
- о максимальное значение прочности бетона на сжатие fct(+), fctk (fctd);
- о предельная относительная деформация бетона при сжатии εси(−), εси2;
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при сжатии εc(–), εc2;
- о предельная относительная деформация бетона при растяжении ɛctu(+);

- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при растяжении ɛct(+);
- о степень полинома n.

ГРУНТ

 В новой версии реализовано определение деформаций оснований за счет консолидации и ползучести грунта. Данная возможность доступна при использовании норм СП РК 5.01-102-2013, ДБН В.2.1-10:2009 и СП 22.13330.2011/2016. Предложенная методика расчета осадок консолидации и ползучести будет полезна при решении задач определения осадок оснований из водонасыщенных грунтов во времени, где полные деформации основания определяются суммой мгновенной осадки основания, осадки вызванной консолидацией и осадки вызванной ползучестью (вторичная консолидация).

Параметры расчета		×
Коэффициент глубины 0.20 Минимальная глубина под нагрузкой Минимальная глубина до отметки Минимальная глубина -4.00 М Дополнительное постоянное напряжение по всей глубине 0 т/м2 Учитывать вес грунта выше отметки приложения нагрузки Шаг триангуляции нагрузок для построения изополей 0.1 М	Выбор норм СНиП 2.02.01-83 СП 50-101-2004 ДБН В.2.1-10:2009 СП 22.13330.2011/2016 СП РК 5.01-102-2013 Учитывать слабые грунты Молиць леформации Е	
Шагсетки О М	слабого грунта 510 Т/ <mark>M</mark> 2	
Расчет осадки существующих зданий от строящихся сооружений Параметры вычисления расчетного сопротивлени $R = rac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_{\varepsilon} b \gamma_{II} + M_{q} d_{I} \gamma'_{II} + (M_{q} - \gamma_{c1} - \gamma_{c1} - \gamma_{c2} - \gamma$	я грунта - <i>1)d_b γ'_{II} + M_c c_{II}] . 1.1</i>	

Параметры расчета в системе "ГРУНТ" (версия 2022)

Необходимые данные для выполнения расчета собраны на специализированных вкладках диалога "Характеристики грунта". Расчет консолидации можно выполнять без учета вторичной консолидации, это необходимо для оценки вклада соответствующей составляющей и контроля вычисленных значений.

аракт	зактеристики грунтов																					
2	🔀 🐚 🛐 🗶 🛃 🔀 腿 🌺 🥖 Со 🗽 Основные Просадочные Набухающие Засоленные Вечномерэлые Ко															ые Консо	лидация 🚺	Толзучест	ь		1	
																						^
						Коэф-	Удель-	Коэффици-	Природ-	Показа-	Вода	Коэффи-	Содержание		Угол	Предельное	Коэффи-	Скальные	грунты	Коэффициент		
N	8	Усл.	Наименование	Цвет	Модуль	фици-	ный	ент пере-	ная	тель	Лёcc	циент	раститель-	Удельное	внутрен-	напряжение	циент	Предел	Коэф.	пропорцио-		
И	Э	бозн.	грунта		дефор-	ент	Bec	хода ко 2	влаж-	теку-	Насыпь	порис-	ных	сцепление	него	растяжения	Савинова	прочности	снижения	нальности К,		
	нации, Пуас- грунта, модулю де- ность, чести Органо тости остатков, с, трения Rs, Co, Rc, прочности тс/н**4																					
	7/м2 сона 7/м3 формации доли IL е q 7/м2 FI, ⁶ 7/м2 7/м3 7/м2 Ks и код трумта																					
	1	ИГ1	Глина		713.801	0.42	2.5	5	0.35	0.11	W	0.994	0	2.95718	16	0.1	1000			556	Cs	Глина тугопластичная или полутвер
	2	ИГ2	Глина		509.858	0.42	1.8049	5	0.42	0.56	W	1.157	0	2.34535	15	0.02	900			360.4	Ср	Глина мягкопластичная IL=0.50.7!
	3	ИГЗ	Глина		509.858	0.42	1.83549	5	0.4	0.34	W	1.112	0	2.75323	15	0.16	1500			464	Cs	Глина тугопластичная или полутвер
	4	ИГ4	Суглинок		509.858	0.35	1.93746	5	0.31	0.67	w	0.868	0	1.63155	18	0.4	2000			287.8	Lp	Суглинок мягкопластичный IL=0.5
	5	ИГ5	Глина		509.858	0.42	1.57036	5	0.65	0.58	w	1.717	0	3.05915	9	1	2500			347.2	Ср	Глина мягкопластичная IL=0.50.7
	6	ИГ6	Глина		1529.57	0.42	1.98845	5	0.27	0	w	0.776	0	4.48675	19	1	2500			800	Ch	Глина твердая IL<0, К=1000600 т
	7	ИГ7	Суглинок		1325.63	0.35	1.99864	5	0.27	0.35	w	0.752	0	2.95718	21	1	2500			460	LS	Суглинок тугопластичный или полут
	8	ИГ8	Песок		2651.26	0.3	2.01904	5	0.23	0	w	0.638	0	0.101972	32	1	2500			482.667	S2	Песок средний е=0.550.7, К=600
																						~
																						>
римеч	ани	я: зна	чения с. Fi. Rs в ра	счете	е козффи	ициент	ов посте	ли С1, С2 не	использі	уются, но	задаю	тся для по	следующего э	кспорта в :	кесткости	лира-сапр	Значени	IL, Rc, Ks v	Киспольз	уются для расч	етаже	сткости свай (КЭ 57)

Диалог "Характеристики грунтов" системы ГРУНТ (версия 2022)

Харан	стерист	ики грунто	в							×
2	X	È 🕅	🗙 🗶 🗶 腾 🏝 🖉 C. I	Основные Просадочные Нас	бухающие	Засоленные Вечномерз	лые Консолидация	Ползучесть	🗸 в расчет	?
	№ ИГЭ	Усл. обозн.	тv (коэффициент относительной сжимаемости) 1/т/м2	kf (коэффициент фильтрации) м/год	t (время) года					^
	2		0.037	0.95	0.2 0.5 1					
					5 50					
										~

Диалог "Характеристики грунтов" закладка "Консолидация"

Хара	ктерист	ики грунто	в				×
2	X		X 🗶 💻	15 18 🏝 🥖 G. L	Основные Просадочные Набухающие Засоленные Вечномерэлые Консолидация Ползучесть 🖓 в рас	чет 📝	?
	№ ИГЭ	Усл. обозн.	Р (давление) т/м2	bk (параметр ползучести)			^
	2		5	0.0146			
							~

Диалог "Характеристики грунтов" закладка "Ползучесть"



Результаты расчета консолидации для выбранного периода

Реализованная методика расчета может использоваться для учета податливости упругого основания для системы "грунт - основание - надземное сооружение". Подобные модели необходимы для выполнения серии расчетов и получения обобщенной модели в системе METEOP для учета вариации упругого основания на всех этапах нагружения и с учетом изменчивости свойств грунта на протяжении всего срока эксплуатации здания/сооружения.



Настройка параметров модели грунта

- Добавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки для любого промежутка времени t за счет консолидации грунта. Расчет выполняется по формулам 7.5-7.7 пункт 7.2.2.1 НТП РК 07-01.4-2012.
- Добавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки от ползучести. Расчет выполняется по формуле 7.16 пункт 7.2.3.5 НТП РК 07-01.4-2012.
- В системе Грунт реализован расчет коэффициентов постели для стержней (пока только КЭ10). Для этого добавлена возможность назначать на стержни Рz в исходных данных и экспортировать из результатов расчета Rz для последующего итерационного уточнения C1, C2 (в Pz преобразуется среднее арифметическое между значениями Rz в сечениях стержня, которые менее нуля, т.е. растяжение C1, как и для пластин, в исходные данные не передается). В систему Грунт по умолчанию передается ширина ленты, равная ширине сечения B, но если при назначении Pz снять признак "Bc=B", то будет возможность задать ширину ленты, отличную от ширины сечения B (например, учет вклада подбетонки в распределение напряжений на основание). Коэффициент постели из системы Грунт записывается в стержень из среднеарифметических значений C1, C2, полученных в центрах тяжести двух нагрузок, построенных по бокам от оси стержня с вылетом Bc/2. Чтобы получить коэффициенты постели переменные по длине ленты, нужно разбить стержень на отдельные КЭ.



Вычисление коэффициентов постели в стержнях

 Добавлена возможность вывода каждой из составляющих осадок свайных фундаментов (Sef - осадка условного фундамента, ΔSp - дополнительная осадка за счет продавливания свай на уровне подошвы условного фундамента, ΔSc дополнительная осадка за счет сжатия ствола свай) и осадок от разных специфических грунтов - Ss. Соответствующую информацию о вкладе каждой составляющей осадки можно увидеть при выводе результатов расчета в любой точке модели в пределах контуров нагрузок. Данная реализация также поддерживается на уровне графического представления изополей, при построении которых можно включать/отключать отображение каждой составляющей осадки, при этом изополя и шкала результатов будут перестраиваться под выбранный набор.



Изополя осадок модели условного фундамента в системе ГРУНТ

 Добавлена возможность вывода несущей способности свай с учетом коэффициентов условий работы. Соответствующий диалог активируется перед выводом мозаики N/Fd (отношение действующей нагрузки на сваю к несущей способности).



Выбор коэффициента надежности по грунту при построении мозаики несущей способности свай

Реализован расчет свай-стоек. Осадка определяется как для висячих свай с уширением. Несущая способность по грунту вычисляется как большая из двух несущих способностей: Fdb – несущая способность скального основания под нижним концом сваи, Fds – несущая способность сваи с учетом только сопротивления скальных грунтов на ее боковой поверхности. Если Fdb > Fds, то вся жесткость сваи будет приложена в ее основании, если же Fds > Fdb, то жесткость будет приложена только по длине сваи, аналогично висячей сваи (пропорционально вкладу fi грузовой площади КЭ57 в Fd). Для указания скальных грунтов необходимо в таблицу характеристик грунтов ввести дополнительные данные: Rc – расчетное значение предела прочности на одноосное сжатие скального грунта в водонасыщенном состоянии, Ks – коэффициент, учитывающий снижение прочности ввиду трещиноватости скальных грунтов (см. таблицу 7.1 в СП 24.13330). Если длина сваи или ее нижний конец соприкасается со скальным грунтом, то расчет переключается на ветку расчета сваи в скальном грунте. Если под скальным грунтом находится нескальный или свая прорезает скальный грунт, то во время расчета в окно «Ошибки и предупреждения» выводится предупреждение «[!] Скальное основание имеет слабые прослойки! Несущую способность сваи-стойки Fd следует принимать по результатам испытаний статической нагрузкой».



Расчет сваи-стойки

 В новой версии расширены возможности ограничения и контроля минимальной глубины сжимаемой толщи грунта - Нс. Минимальная глубина сжимаемой толщи может быть задана в абсолютной величине под нагрузкой, а также с помощью новой опции путем указания нижней абсолютной отметки модели грунта, до предела которой будет выполняться учет Hc, min.

_	
Параметры расчета	×
Коэффициент глубины 0.5 Сжимаемой толщи 0.5 Минимальная глубина под нагрузкой Минимальная глубина до отметки Минимальная глубина 0.00 М до отметки 0.00 М Дополнительное постоянное напряжение по всей глубине 0 T/M2	Выбор норм О СНиП 2.02.01-83 О СП 50-101-2004 О ДБН В.2.1-10:2009 О СП 22.13330.2011/2016 О СП РК 5.01-102-2013 2 2 2 2
отметки приложения нагрузки	
Шаг триангуляции нагрузок для построения изополей 2 М	
Вычислять результаты в пределах площади импортированных нагрузок по укрупненной прямоугольной сетке Шаг сетки 0 М	Учитывать слабые грунты Модуль деформации Е слабого грунта T/M ² 510
Расчет осадки существующих зданий от строящихся сооружений Параметры вычисления расчетного сопротивлени $R = rac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_{z}b\gamma_{II} + M_{q}d_{I}\gamma'_{II} + (M_{q} - V_{c1})]$ γ_{c1} По таблиц \checkmark γ_{c2} По таблиц \checkmark k	ія грунта - <i>1)d_b γ'_{II} + M_c c_{II}] < 1.1</i>

Диалог "Параметры расчета" в системе "ГРУНТ", настройка минимальной глубины сжимаемой толщи грунта

Ранее величина Hc использовалась для определения осадки для всех нагрузок заданных в модели независимо от фактической ширины каждого из фундаментов (как правило, эта величина определялась для максимальной ширины всех фундаментов схемы). Теперь минимальная глубина сжимаемой толщи может быть назначена не только на всю модель целиком, но также может быть учтена индивидуально для каждой из нагрузок. В свойствах нагрузок появилось соответствующее свойство для управления Hc.



Диалог "Нагрузки", настройка свойств

- В новой версии добавлен поиск Нс с учетом слабых грунтов. В параметрах расчета добавлена соответствующая опция, которая активирует поле для ввода величины модуля деформаций для слабого грунта. По умолчанию предложенные значения соответствуют выбранным нормативам. В случае использования автоматического поиска слабого грунта алгоритм работает следующим образом:
 - Выполняется расчет Нс с заданным коэффициентом глубины сжимаемой толщи λ
 - 2. Если вычисленная Hc<Hc,min, тогда Hc=Hc,min
 - 3. Если сжимаемая толща грунта заканчивается в слабых грунтах:
 - а. выполняется расчет Hc с коэффициентом глубины сжимаемой толщи равным 0,1(0,2) в зависимости от требования выбранных норм;
 - b. выполняется определение Hc, которая ограничивается низом слабого грунта;
 - с. из расчетов (a) и (b) выбирается меньшее значение Hc.

Если Нс из расчета п. 3(а) меньше, чем величина из п.3(b), и при этом величина Нс из п. 3(а) больше, чем Нс из п.2, тогда итоговая величина Нс принимается равной Нс из п.3(а). Иначе Нс приравнивается к п.3(b)



Алгоритм определения глубины сжимаемой толщи при наличии слабых грунтов

- При вычислении жесткости свай как условного фундамента по методу 1 в усредненном модуле деформаций, С1 и С2 учитывается Sp - осадка от продавливания грунта сваей. Если условный свайный фундамент моделируется в системе ГРУНТ, и ствол сваи не смоделирован цепочкой стержневых КЭ, то учитывается как Sp, так и Sc – сжатие ствола свай. В случае, когда свайный фундамент смоделирован цепочкой стержней, сжатие ствола сваи Sc автоматически учитывается МКЭ расчетом.
- В расчете свай (КЭ 57) в системе ГРУНТ как условного фундамента собственный вес тела свай обнуляется.
- При вычислении Sp (осадка от продавливания грунта сваей) добавлена проверка условия E1≤E2 для модулей деформации грунта по длине сваи (E1) и под ней (E2).
- При расчете одиночной сваи как условного фундамента шаг свай Аср = 3*D для круглой сваи и Аср=3*(B+H)/2 для прямоугольной. Радиус условного фундамента Rycл = Acp/2.
- Добавлена возможность расчета горизонтальной жесткости Rx и Ry KЭ 57 для случая распределения сопротивления грунта по длине сваи "по результатам полевых испытаний". Горизонтальная жесткость сваи может быть получена по модели грунта. Соответствующая настройка добавлена в перечень свойств групп свайного поля – "вычисление горизонтальной жесткости сваи".
- Для контроля количества свай, заданных в модели, в диалоговом окне "Группы свайного поля" добавлена соответствующая информация.

🔳 Груп	II Группы свайного поля Х																	
+ X	* 🗈 🕻	3	Ф											*∼	N N	<u>•</u>	· >> 📈 💉	Nº 1 - 3 CBas
№ 1-1	Комментарий Свая	L 12	Разме П 300x300	ересчита 0 x 0	ать кол 1	ичество св 0.5	ай с заданными Зе+006	характер 10	оистик 0.5	ами — 20у	N 50	s 40	Распределение T1Yrr1	r 4D	. Вр Вр	Rусл	Количество свай, 3579	L 16 M Ec 3e+006 T/M2
1-2	Свая	9	300x300	0 x 0	1	0.5	3e+006	10	0.5	20y	50	40	T1Yrr1	4D	Вр		528	🛞 D 410 мм d 0 мм 🕂
																		В МИЯ Н МИ А db 0 МИЯ Н МИ А db 0 МИЯ db 0 МИЯ Nec 1 Lv 16 Nd acmuposenue casa: Способ ноделирования Способ ноделирования Способ ноделирования Способ ноделирования Способ ноделирования 12 Опирание плиты на савах У Ver вазаниното влияния савай У Нагрузка 140 мг 7 в 17 мм Распраделение сопротивления прита по длине саван: 0 по результатоя полеонах испытазии 1 0.85 теоретическое по модели грунта Т1Угг1 Бычисление горизонтальной жестости саван: Радиус влияния саван на другие саван Использовать условную ширии Бр
																		Вычисление вертикальной жесткости сваи по модели условного фундамента 🔲 Rycn 💙
<																	>	Подтвердить

Диалог "Группы свайного поля"

- Для норм ДБН В.2.1-10:2009 добавлена возможность расчета осадок для специфических грунтов: просадочных, засоленных, набухающих, насыпных и органических грунтов.
- Добавлен перевод единиц измерения для задания давления (P) в свойствах специфических грунтов, для случаев, когда используются настройки отличные от умолчания (т/м2).
- В окне "Произвольный разрез" системы "ГРУНТ", котлован отображается только для нагрузок у которых установлен признак "Вычислять напряжение от вынутого грунта".
- Окно управления системой координат по умолчанию отключено.
- В системе "ГРУНТ" добавлена опция включения/отключения отображения свай и номеров групп свайного поля.
- Для системы "ГРУНТ" выполнена адаптация элементов пользовательского интерфейса для работы с мониторами высокого разрешения UHD и 4К.

Расчет железобетонных конструкций

 Для пластинчатых элементов разработан новый алгоритм проверки равновесия и вычисления напряжений и деформаций в произвольных точках сечения. Для методики Вуд-Армера (Wood–Armer method) на базе этого алгоритма реализован новый вариант подбора и проверки арматуры для 1-го и 2-го предельных состояний. Этот метод позволяет ускорить подбор арматуры и получить в плоскости пластины более плавное распределение арматуры. Новый алгоритм подключен к расчету по нормам СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, EN 1992-11:2004, ДБН В.2.6-98:2009, ТКП EN 1992-1-1:2009, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010, СП 63.13330.2018.

- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, EN 1992-1-1:2004, ДБН В.2.6-98:2009, ТКП EN 1992-1-1:2009, СП 63.13330.2018 расширен перечень сечений для которых реализовано определения коэффициента запаса для заданного армирования. Появилась возможность определять КЗ для крестовых, уголковых и несимметричных тавровых сечениях.
- Для норм ДБН В.2.6-98:2009 добавлена возможность расчета сталежелезобетонных сечений.
- Для норм ДБН В.2.6-98:2009 добавлена возможность расчета огнестойкости железобетонных сечений в соответствии с ДСТУ Н Б EN 1992-1-2:2012.
- Для норм ДБН В.2.6-98:2009 добавлена возможность использовать характеристические (нормативные) значения прочности бетона и арматуры при расчете на особые и сейсмические воздействия (группа усилий D1 и C1).
- Реализован новый режим расчета «Дополнительное армирование». Для элементов, в которых назначены ЖБ материалы и заданы наборы T3A, этот режим позволяет получить величину и положение недостающей площади арматуры, необходимой для обеспечения несущей способности сечения. Положение площадок дополнительного армирования синхронизировано с положением площадок основного расчета.

Для удобства пользователя предусмотрено два режима вычислений дополнительного армирования:

"ДА" – позволяет получить площади дополнительного армирования только в тех элементах, в которых заданной площади арматуры недостаточно для обеспечения несущей способности сечения;

"ДА/КЗ" – позволяет получить недостающую площадь в тех элементах, в которых ее недостаточно, и получить обобщенный коэффициент запаса для элементов, в которых несущая способность обеспечена.



Выбор режима вычислений дополнительного армирования в настройках варианта конструирования

На расчетной схеме результаты подбора дополнительного армирования выдаются в виде мозаик. Для режима "ДА/КЗ" на расчетной схеме величина КЗ показывается стандартным способом. Элементы, в которых необходимо дополнительное армирование, красятся цветом диапазона КЗ < 1.

В текстовом виде результаты подбора дополнительного армирования выдаются в одной таблице. Результатом расчета дополнительного армирования может быть либо недостающая площадь арматуры, либо коэффициент запаса, либо код ошибки.

- Для норм ДБН В.2.6-98:2009 реализовано вычисление коэффициента FS согласно МТ-Т.0.03.326-13 «Методика розрахункового аналізу сейсмостійкості елементів діючих АЕС у рамках методу граничної сейсмостійкості». Сейсмическая составляющая для его вычисления формируется при вычислении РСН или задается дополнительно в локальном режиме (ЛАРМ-САПР). В ЛАРМ-САПР есть возможность просмотреть протокол расчета.
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, EN 1992-1-1:2004, ТКП EN 1992-1-1:2009 и СП 63.13330.2018 в пластинчатых элементах добавлена проверка заданного армирования на действие перерезывающих сил.



Пример проверки пластинчатых КЭ на действие перерезывающих сил

- Для норм СП 63.13330.2018 в приложении AvAnGArD для всех заданных или экспортируемых из локального режима комбинаций нормативных усилий выдаются эпюры напряжения и деформаций. В случае образования трещин показывается их глубина.
- Для СП 63.13330.2018 добавлена возможность учитывать рекомендации пункта 6.1.23.
- Добавлена возможность формировать типы заданного армирования поперечной арматуры для пластинчатых элементов и в режиме конструирования выполнять соответствующие проверки на действие перерезывающих сил.


Задание поперечной арматуры для пластин

- Добавлена возможность автоматического создания ТЗА поперечной арматуры пластин на основании мозаики подобранного армирования и настроек шкалы для выдачи результатов.
- При задании ТЗА для пластинчатых элементов добавлена возможность использовать привязку армирования, назначенную в материалах конструирования, при этом в качестве исходных данных задается только интенсивность армирования.



Создание ТЗА для пластинчатых элементов

- Для пластинчатых элементов при задании ТЗА появилась возможность задать установку арматуры симметрично. Возможны 7 вариантов симметрии; полная симметрия, симметрия по граням и по слоям.
- В задачах "Динамики во времени" добавлена возможность расчета на продавливание.
- При формировании расчетных сочетаний (PCH) для продавливания исключены сочетания для 2-го ПС.

Проектирование металлических конструкций

 Реализован расчет алюминиевых конструкций в соответствии с требованиями СП 128.13330.2016 (основные сплошные типы сечений: двутавр, сварной двутавр, уголок, швеллер, тавр, прямоугольное трубчатое сечение и несимметричный двутавр. Расчет учитывает стесненное кручение (без учета чистого кручения). Для того чтобы охватить все многообразие возможных форм сечений, предлагаемых заводами, добавлена возможность подключать пользовательские типы сечений в сортаменты профилей и использовать такие сортаменты в конструктивном расчете сечений/элементов.

™ МКЭ Расчет - E:\LIRA SAPR 2022\Data\КС\Сечение 1-1.txt	- 0 ×
: Файл Вид Окна Справка	
📾 🔳 🗸 // 🔄 🙏 xuz xuv yuz 🦉 🖕	
Протокол 👻 🖲 🗙	
Operation • 0 × 0 9% 85% Post Concert page-serie 7% 85% Post Concert Page-series 7% 85% Post Concert Page-series 7% 85% Post Concert Page-series 7% 85% Post Page-series 7% Post Page-series Post Page-series	
C >>	

Расчет геометрических характеристик сечения

💼 D 🗗 🖬 🕇 • 👘 • 🖓 📾	*			Конструктор сечений 2022 R	1 x64 - C:\Users\Сечение 1.КСС				- 0 ×
Конструктор сечений	Аннотации Настройки Р	едактирование	e			Характер	истики сече	ния	
○ 🖧 📅 🚺	Γ 🛄 🖼 🥆	> NOM	Расчет	El 🔛 😥	🖌 📮 σx Ε τxy σ1	Ba Kaman			
Hospe -	vn Doanca Brancueuwe Toura Otee		Настройки 1/2 НЛ Расчёт	Xanaxte, Xanaxtenuue Cetu	PERMANTATINE E Tur O	Generation	NOUN	posara sue	10
ee tente tent	pp reasons status to the other	perrie Persies	- Inchester FT	ристики точки	The respective of The extra of	У	значение 147.57	единицы	Паниенование Яполное расстояние в отрицательном направления гравной ося X1
Инструменты	построения сечения		Расчет	part of the second s	Результаты		117.57		
						1+	197.57	HM	ядровое расстояние в положительном направлении главной оси т1
						Z-	219.91	HM	Ядровое расстояние в отрицательном направлении главной оси Z1
		00	ечение 1.КСС:Поперечное с	чение х		Z+	193.48	904	Ядровое расстояние в положительном направлении главной оси Z1
D I B A I V Q						• Крутильн	е характерис	гики	
Идентификатор	2			71		Yt	0	HH	Координата Y1 центра кручения в системе координат главных осей Y1o
Название вида	Поперечное сечение			21		Zt	-18.06	MM	Координата Z1 центра кручения в системе координат главных осей Y1o
Набор слоёв	3D Моделирование					R	339530.707	CH4	Крутильный момент инерции
Масштаб вида	M 1:10			T		hu	8794465.801	rat	Сехтопнальный момент инепшия
Цвет фона	m		ann	111111111		Comme			een ekuenen nemen mehdes
Цвет сетки	b4d2e6				,	Сдвиговы	е характеристи	аки	
Учитывать вес линий	Her		all	a la	9	Ys	0	HM	Координата Y1 центра сдвига в системе координат главных осей Y1oZ1
Ближняя граница, мм	8500		12		2	Zs	-26.67	HH	Координата Z1 центра сдвига в системе координат главных осей Y1oZ1
Зальняя граница, мм	12000				E .	Ay	135.74	CH5	Сдвиговая площадь относительно главной оси У1
а Позиция камеры, мм	216.21				0	Az	268.74	CH2	Сдвиговая площадь относительно главной оси Z1
0	11.04		0 /		1	• Пластиче	жие харктерио	ТИКИ	
7	10000		a /		6	Va	-0.01	inte	Королината VI разитической нейтральной оси в системе коорлинат сла
Опорная точка вида, мм			9/		12	1p	0.01	res	Rooppind a 11 million mempionanti cara ciccore Rooppina ma
X	216.31				E	Zρ	28.42	HH	координата 21 пластической неитральной оси в системе координат гла
Y	11.04				4	Zy	12703.907	CH3	Пластический момент сопротивления относительно оси Y1pl
Z	0				VI VI	Zz	8670.351	CH3	Пластический момент сопротивления относительно оси Z1pl
Штриховые линии	Her	-				😤 Жесткост	ные характери	стики	
Контрастная шкала	Да				6		Алюминиевь	ій сплав	Материал
Сглаженные результаты	Да				4	E	7.138e6	т/м2	Модуль упругости материала
. Ірикладывать N в центр тяжес	Ца				1	C	2 7454e6	+/m2	Momen conura Matematiana
коэффициент эпюр	10				0	4	2.7 10100	i)n-	Hough a catenic horephone
Шомот аннотации мм	5				6	V	0.3		коэффициент Пуассона материала
Обозначение разреза	Да				И	EA	3.6113e5	TC	Осевая жесткость
Расположение шкалы	Авто					Elu	27877	TC-W5	Изпибная жесткость относительно центральной оси U
Шрифт шкалы, мм	15				И	EIv	11991	TC'M2	Изгибная жесткость относительно центральной оси V
Количество диапазонов	13		4		K	Eluv	0.00	TC'M2	Центробежная жесткость относительно центральных осей UV
Номера характерных точек	Нет				И	Ely	27877	ТС'M ²	Изгибная жесткость относительно главной оси У1
Шрифт характерных точек, мм	3		1		K	Fbz	11991	TC'MZ	Изрибная жесткость относительно голяной оси 71
Шрифт усилий в арнатуре, мм	5	·	N A		И	500	45.455		
Unor corru			Vinn	min minint	0	ESY	40400	IC M	произведение статического номента полусечения на его модуль упругс
Цвет метрической сетки, если от	ображается в окне вида				50	ESZ	30944	TC'M	Произведение статического момента полусечения на его модуль упругс
						GJt	9321.4	TC'M2	Жесткость на кручение - произведение модуля сдвига на крутильный и
						Elw	62.775016	TC'M4	Секториальная жесткость - произведение нодуля упругости на сектори
Служерная информация				B D D O L D D D D		GFy	37265	тс	Сдвиговая жесткость Ү1 - произведение модуля сдвига на сдвиговую п
口口图×X边易应应	J					GFz	73779	TC	Сдвиговая жесткость Z1 - произведение модуля сдвига на сдвиговую п
Укажите объект(ы) для редактиро	вания						Inconcel	4.000	

Пользовательский алюминиевый профиль



Создание пользовательского сортамента профилей

В расчете стержневых элементов алюминиевых конструкций выделены следующие виды напряженного состояния: ферменный (продольное усилие N), балка (изгибающие моменты My, Mz, перерезывающие силы Qz и Qy, бимомент Mw), колонна (продольное усилие N, изгибающие моменты My, Mz, перерезывающие силы Qz, Qy и бимомент Mw), универсальный (элементы рассчитываются по всем расчетным процедурам и в итоговый процент использования выбирается самый неблагоприятный результат).

Важно!

Выбранный тип сортамента определяет, какие данные будут использоваться в проверке/подборе сечений. Например, если произвольное сечение отнесено к работе двутавра, тогда в расчете на устойчивость будет использоваться коэффициент влияния формы сечения п, соответствующий схеме сечения и эксцентриситету, представленному в таблице Е.3.

Локальные усиления свободных свесов, различные виды утолщений в проверке местной устойчивости в новой версии не учитываются.



Выбор норм проектирования для расчета алюминиевых конструкций

В связи с реализацией нового норматива интерфейс пользователя претерпел изменения:

 В библиотеке жесткостей добавлена новая вкладка доступных типов алюминиевых сечений.



База алюминиевых сечений

- В диалоговом окне "Жесткости и материалы" вкладка "Сталь" получила более широкое название "Металл".
- Данные сортаментов сталей и сплавов расширены информацией о модуле упругости, сдвига и плотности. В случае, когда эта информация не задана, то принимаются значения этих величин по умолчанию.



Описание жесткости металлического сечения

- Выбор файлов сортаментов осуществляется по pacширению *steels.srt и *.aluminum.srt, а также по внутреннему признаку, установленному в сортаменте.
- Набор "Дополнительных характеристик" зависит от выбранного текущего типа профиля (сталь или алюминий) и расширен выбором температурного режима, в котором возможна эксплуатация конструкции (-70...-40, -40...+50,+50...+100), и новым перечнем допустимых гибкостей.



Дополнительные характеристики для расчета алюминиевых конструкций

- Т.к. в СП 128.13330.2016 нет рекомендаций по поводу расчета на прогрессирующее обрушение и расчета конструкции на прогибы, эти расчеты наследуются из реализованного ранее расчета по СП 16.13330.2017.
- В новой версии добавлена возможность исключать опорные сечения из проверки на устойчивость, т.е. использовать в расчете М1 - наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, который принимается равным не менее 0,5Mmax.

Важно!

В случае использования конструктивных элементов выбор соответствующего значения осуществляется в пределах средней трети суммарной длины всех КЭ.



Расчет устойчивости стальных конструкций

- Добавлена возможность управления расчетом СТК в настройках "Вариантов конструирования" и диалоговом окне "Расчета с контролем параметров", что позволяет включать или отключить выполнение проверки и/или подбора сечений в отдельных вариантах конструирования с учетом заданных параметров расчета, а также сохранять заданные параметры для последующих расчетов.
- Добавлена обработка расчетных ситуаций, когда сейсмическое воздействие в расчетной модели задано квазистатической составляющей. Ранее для таких комбинаций нагрузок в расчет стальных конструкций передавался признак, что нагрузки статические.

ReSpectrum

Программный модуль ReSpectrum предназначен для построения спектров ответа одномассового осциллятора от динамических воздействий, заданных с помощью акселерограмм, сейсмограмм, велосиграмм и трехкомпонентных акселерограмм, а также для взаимного преобразования этих воздействий (акселерограмма → сейсмограмма, акселерограмма → велосиграмма, сейсмограмма → акселерограмма, велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма → велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма, велосиграмма → сейсмограмма, велосиграмма, велосиграма, вел



Новое приложение ReSpectrum

Входные данные: файл с записью воздействия (формат файла – одно число в строке с точкой в качестве разделителя дробной части), продолжительность, шаг дискретизации, масштабный множитель, тип воздействия – сейсмограмма, велосиграмма, акселерограмма, трехкомпонентная акселерограмма. Дополнительные данные для спектра ответа – диапазон частот, шаг по частоте, коэффициент демпфирования.

При загрузке воздействия отображается его график и выполняется проверка на сбалансированность. В случае, если записано несбалансированное воздействие, выводятся характеристики разбалансировки (остаточные компоненты при преобразованиях) и появляется флажок "Сбалансировать". Балансирование выполняется с помощью полиномиальной функции, которая учитывает остаточные компоненты преобразований.

В приложении реализовано расширение площадки пика спектра ответа, а также снижение амплитуды узкочастотного пика.

Для каждого пика спектра ответа выполняется расширение площадки на длину площадки, равную 0,3 от частоты пика. Линии, образующие пик, параллельно переносятся на значение площадки. В сочетании с расширением пика спектра

отклика допустимо уменьшение амплитуды узкочастотного пика на 15%. Это снижение должно применяться только к узким частотным пикам неуширенного спектра ответа с отношением ширины полосы к центральной частоте *В* менее 0,30:

 $B = \Delta f 0.8 / fc < 0.30$

где

<u>Аf0.8</u> – общий диапазон частот по спектральным амплитудам, которые превышают 80% пиковой спектральной амплитуды;

fc – центральная частота для частот, которые превышают 80% пиковой амплитуды.

Полученные результаты преобразований можно сохранить или в виде картинки (в формате png-файла), или в формате txt-файла для дальнейшего использования в расчетах ПК ЛИРА-САПР, а также в формате csv-файла (таблицы Excel).

Вызов приложения доступен из среды ВИЗОР-САПР при использовании соответствующей команды "Вычислить спектр", расположенной на вкладке "Расчет" панели инструментов "Динамика".



Вызов приложения для построения ответ спектра

Стержневые аналоги

 Добавлены новые доступные для распознавания формы сечения при автоматизированном создании стержневых аналогов: швеллер и короб.
Сформированные таким способом СА могут использоваться в расчете железобетонных стен, для которых выполняется переход от модели, составленной пластинчатыми элементами, к стержневой аналогии с дальнейшим подбором/проверкой в соответствии с выбранными нормами проектирования.

Конструктор сечений универсальный

- Добавлена возможность импорта сечения балки из "САПФИР-ЖБК" в «Конструктор сечений». При этом в таблицу усилий автоматически заносятся усилия в выбранном сечении по всем загружениям, для которых выполнен расчет и по всем расчетным сочетаниям нагрузок.
- Для арматурных включений добавлена возможность в расчете задавать величину предварительного напряжения, которая будет участвовать в определении НДС исследуемого сечения.



Пример расчета предварительно напряженной балки

- Для сплошных, полосовых элементов и арматурных включений добавлена возможность в расчете задавать величину предварительной деформации.
- В диалоге "Настройки визуализации" добавлены опции, позволяющие отобразить в графическом виде идентификаторы материалов, назначенных элементам, и настроить размер шрифта этих подписей, а также настройки масштаба и толщины линий для отображения результатов в полосовых элементах.

Редактируемый сортамент стального проката

- Выполнена адаптация элементов пользовательского интерфейса для работы с мониторами высокого разрешения UHD и 4К.
- Добавлена возможносто создавать сортаменты алюминиевых сплавов и профилей, а также из любых других материалов.
- Добавлена возможность подгружать в сортаменты профилей пользовательские типы сечений, созданные с использованием "Конструктора сечений". Данная возможность может быть использована для удобного хранения и подключения таких сечений в МКЭ-расчет (использование жесткостных характеристик), а также в конструктивном расчете алюминиевых конструкций.



Новые сортаменты профилей созданные с помощью конструктора сечений

- Добавлены новые сортаменты алюминиевых сплавов:
 - алюминиевые сплавы, бесшовные трубы (DT), стандарт EN 754 (EN 1999-1-1:2007);
 - алюминиевые сплавы, прессованные профили (ЕР), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
 - алюминиевые сплавы, прессованные замкнутые профили (ЕР/Н), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
 - алюминиевый сплав, прессованный открытый профиль (ЕР/О), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);

- алюминиевые сплавы, прессованные прутки и бруски (ER/B), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
- алюминиевые сплавы, прессованные трубы (ЕТ), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
- алюминиевые сплавы, листы, полосы и пластины, стандарт EN 485 (EN 1999-1-1:2007);
- алюминиевые сплавы, прессованные профили, стандарт ГОСТ Р 56282-2014 (СП 128.13330.2016);
- о алюминиевые сплавы, плиты, стандарт ГОСТ 17232-99 (СП 128.13330.2016);
- о алюминиевые сплавы, листы, стандарт ГОСТ 21631-76 (СП 128.13330.2016).
- Добавлены демонстративные сортаменты алюминиевых профилей

Внимание!

Сортаменты профилей и сплавов могут быть расширены по индивидуальным запросам в группу сопровождения.

Книга отчетов и справочная система

- Таблицы исходных данных и результатов расчета расширены новыми исходными данными и новыми результатами расчета;
- В стандартных таблицах добавлен новый фильтр для формирования экстремальных значений результатов, например, усилий (по сечениям) и/или на концах конструктивных элементов (в первом и последнем расчетных сечениях). Также таблица будет полезна для формирования экстремальных значений для всего набора расчетных сечений элементов (пластин, объемных КЭ и др.)

По сути это табличная оцифровка выборки по результатам расчета min/max/abs, представленных ранее только в графическом виде.

Данный фильтр доступен для всего перечня таблиц результатов, в том числе и для конструирующих систем.



Таблица экстремальных усилий по загружениям для выбранных элементов схемы

- Реализована таблица результатов перемещений и усилий для промежуточных шагов в нелинейных расчетах.
- Шаблон верстки теперь сохраняется в ZIP и распаковывается из ZIP-архива задачи вместе с книгой отчетов (по умолчанию шаблоны находятся по следующему пути: C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 20xx\Settings). В связи с этим файлы шаблонов Book_en_A4.docx, book_ru_a4.docx, Book_ua_A4.docx добавлены в архив TEMPL.zip, чтобы пользователь имел их исходную версию.
- В контекстное меню Книги Отчетов для копий экрана добавлена новая команда, которая отмечает на схеме те узлы и элементы, для которых выполнялось документирование.
- Контекстная справка дополнена описанием новых возможностей ПК ЛИРА-САПР 2022.



Пример использования команды "Отметить фрагмент на виде"

КИРПИЧ

 В новой версии реализована проверка на действие горизонтальной нагрузки с учетом совместной работы поперечных и продольных стен. В основе данного расчёта лежит алгоритм, который автоматически определяет форму простенков, а также анализирует взаимное расположение продольных и поперечных элементов стен.Результаты расчета представляются в виде мозаик и соответствующих таблиц результатов. Кроме этого, по каждой группе простенков можно посмотреть детальный протокол с трассировкой, который служит для контроля последовательности всех вычислений.



Проверка совместности работы продольных и поперечных стен

САПФИР-ЖБК

 Для видов армирования плиты реализована опция, позволяющая в рабочем виде отобразить обозначение раскладок участков дополнительного армирования плиты так, как они будут представлены на чертеже.



Параметр "Чертежные обозначения"

- Добавлено автоматическое ориентирование обозначений фоновой арматуры в направлении согласованных осей, заданных в свойствах армируемой плиты.
- Добавлена возможность создания 2D узла из вида армирования.



Создание 2D узла из вида армирования

- Для видов армирования диафрагмы добавлена настройка обозначения зон армирования на чертеже.
- Для каркасов продавливания добавлена возможность выполнить изменения класса арматуры в диалоговом окне "<u>Спецификация арматуры</u>".
- В диалоговое окно "Унификация плит" добавлена визуальная информация в виде одинаковых цветов строк для плит похожих по площади.
- Добавлен выбор нормативного документа ДСТУ 3760:2019 для арматурных стержней, арматурных деталей, хомутов и шпилек.
- Для модели армирования колонны добавлена возможность "ручного" редактирования позиций хомутов.

🚲 🗈 🖻 🖩 N × C × 🗞 🚔 🔹					САПФИР 2022 F	1 х64-КОНСТРУКЦ	ЦИИ - Мед клиника.sp	of
Создание Аналитика Армирова	ание Расчет ЖБК Аннотации Вид	Редактирован	ние					
Показать Мозаика С	10 01X IIII Алариан Каранан Кар Заармировать Унификация плит	Унификация лестниц	Плита Стена Униф).колонн III	Колонна Униф.балок	Балка Детали	ји П Каркас Обрамление	нарная Paspes Шкал
Результаты армирования Плита	Стена		Основная арматур	a		Дополн	нительная арматура	
Марка: К-1-1-40 1 АТ-001	2 . 100 . 200	1	00 x 2	ік 700	17± 🔛 🔛			
Файл Создать Редактор Вид Окна Наст	пройки Сервисы Справка							
Свойства Д Х	😧 Стартовая страница 🔐 Мед клиника.spf:	Общий вид	🕅 Мед клиника.sp	f:K-1-1-40 Армир	ование колонны 🗙			
Количество элемент нет элементов этой								
Нормативный докум ЛБН В 2 6-98:2009								
Класс арматуры А500С								
Стандарт проката ДСТУ 3760:2019								
Процент перерасход Авто								
Стандарт поперечно ДСТУ 3760:2019								
Класс арматуры хом А240С								
Класс бетона С25/30								
Отступ хомутов свер 50								
Шаг хомутов в верхн 100								
Шаг хомутов в средн 200				98				
Шаг хомутов в зоне 100					Lo			
Высота зоны стыка, 700								
Отступ хомутов сниз 50								
		\sim						
					Ť			
						+ 1		
				+		+ 1		
		က						

Ручное редактирование расположения хомутов

САПФИР-ГЕНЕРАТОР

- Ускорена работа со схемами с большим количеством НОДов.
- Реализованы новые ноды:
 - "Подрезка балок" для подрезки или дотягивания балок под стены, колонны, линии или другие балки. Дополнительно можно ограничить зону в которой будет выполняться подрезка или дотягивание;



Нод "Подрезка балок"

- "Удаление совпадающих участков линий" для удаления дублирующихся участков линий, чтобы не возникали ошибки при дальнейшем создании модели на базе этих линий;
- "Удаление совпадающих точек" для удаления дублирующихся точек;
- "Вентканал" для создания по линии объекта типа Вентканал, который будет прорезать отверстия в стенах и плитах;



Нод "Вентканал"

- "Шахта по контуру", автоматически создающий отверстия в плитах перекрытия, которые пересекает;
- "Нагрузка в направлении вектора" для формирования равномерных и неравномерных линейных нагрузок вдоль заданного вектора. Например, чтобы приложить ветровую нагрузку к стержневым элементам;
- "Линии из колонны" для получения вертикальной осевой линии колонны и линии контура сечения колонны;



Нод "Линии из колонны"

- "Преобразование объектов" для преобразования одних типов объектов в другие;
- "Импорт XLS файла", позволяющий импортировать обновляемый файл Excel с числовыми значениями.На входах нода можно указать с какого листа брать значения, из каких столбцов, рядов, ячеек или диапазонов ячеек. В результате работы нода формируется выход нода с данными из ячеек или несколько выходов с соответствующими наименованиями столбцов, которые дальше можно соединять связями с другими нодами.

LS20)22 👻] : [X	√ J	fx								M. 1
	A	В	C	D	E	F	.	47 4	<) (j		E	V r@i 🗖
2	x	У	Δx	Δy	x	У	Импорт			модели	1	
3	4.8	4.2	-0.1	-0.04	4.7	4.16	Автоматически 🗸			. ***	0 0 0	D D D
4	6	4.2	0.05	0.11	6.05	4.31				W XX O		6.1mg and On
5	7.2	4.2	-0.12	-0.06	7.08	4.14						
6	4.8	5.4	-0.07	-0.01	4.73	5.39						P
7	6	5.4	0.03	0.09	6.03	5.49	[E:F]	sheet	cels	X XYZ		
8	7.2	5.4	0.09	0.15	7.29	5.55				Z V		Par Pile D
9	4.8	6.6	0.11	0.13	4.91	6.73	[24]	(I LOW		<u> </u>		
10	6	6.6	0.1	0.12	6.1	6.72	[3:]					
11	7.2	6.6	-0.04	0.02	716	6 62						
12	4.8	7.8	-0.1	-0.04		-		Concession of Co	1000			
13	6	7.8	-0.03	0.03					Sec.	1		
14	7.2	7.8	0.08	0.14								and the second sec
15										-		-
16							2			1	1	
17							united Excellent					
18										1		
19					13		100	27	-	1	1	
20						Sec.	100	and an	and the second se			in the second
21												

Импорт файла Excel (*.xls)

- "Список элементов, заданных индексами" разделяет список элементов со входа на разные выходы в соответствии с введенными индексами;
- "Преобразование строки в массив вещественных чисел" для преобразования заданной текстовой строки в массив вещественных чисел;
- "Преобразование строки в массив целых чисел" для преобразования заданной текстовой строки в массив целых чисел;
- "Массивы наборов точек, заданные индексами" для формирования из 1-го набора точек нескольких массивов точек в соответствии с введенными индексами.
- Усовершенствованы ноды:
 - "Колонны по точкам" добавлена возможность создать колонны по вертикальной линии (например, из 3D dxf);
 - "Продвинутое создание этажей по заданным уровням" увеличено количество возможных входов для этажей с 32 до 1024;
 - "Блок моделей" добавлена возможность изменить свойства внутренних объектов через подключение ко входу Par входного параметра нода "InPar";
 - "Булево объединение линий", "Булево вычитание из линий входа 1 линий входа 2" и "Булево пересечение линий" - добавлены дополнительные выходы Ln с контурами отверстий;
 - "Импорт IFC" и "Импорт SAF" добавлены выходы для получения доступа к импортированным объектам, чтобы выполнить их преобразование в другие типы объектов или изменить свойства импортированных объектов.



Импорт IFC и преобразование объектов

ПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

• Улучшен алгоритм подбора стыков