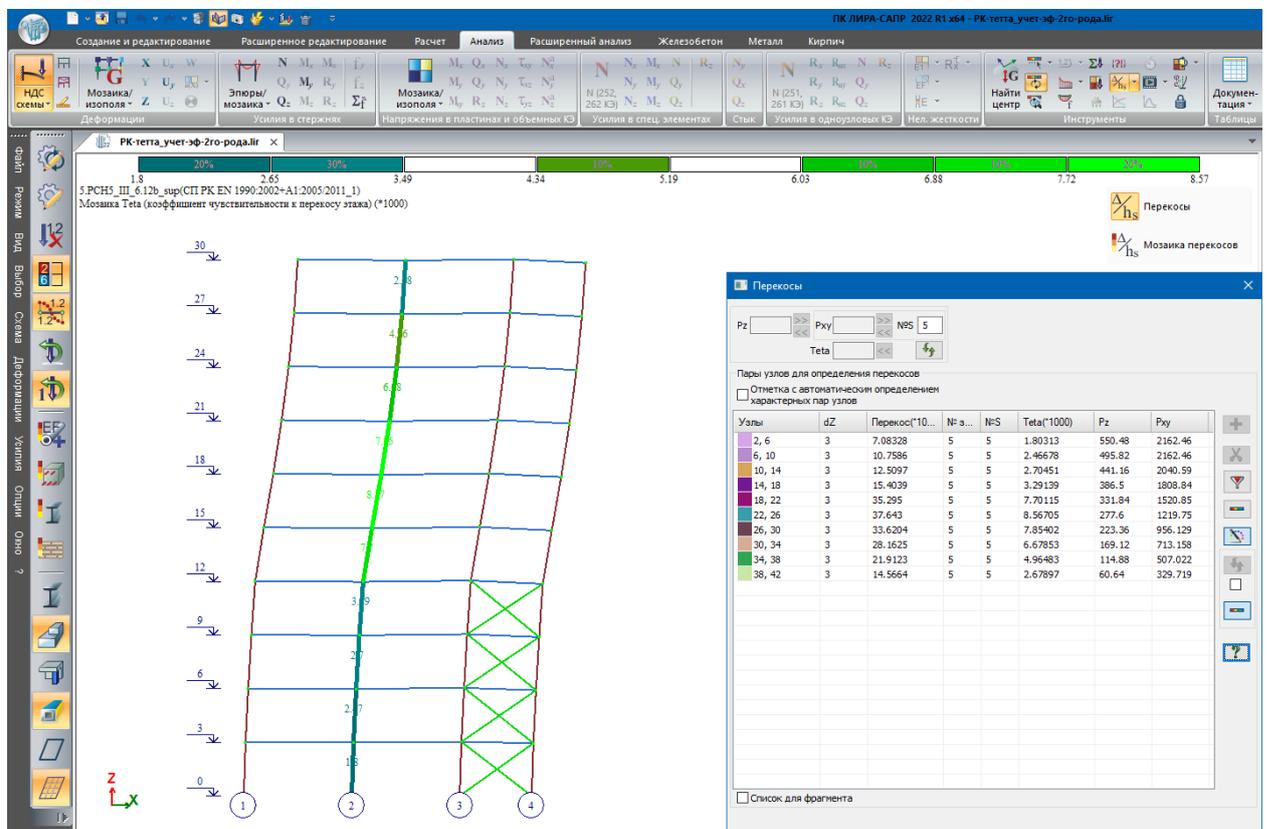


Расчет по нормам СП РК EN (Республика Казахстан)

- Добавлена возможность задавать повышающие коэффициенты F_{vk} , уникальные для каждого динамического нагружения (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 F_{vk} 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)



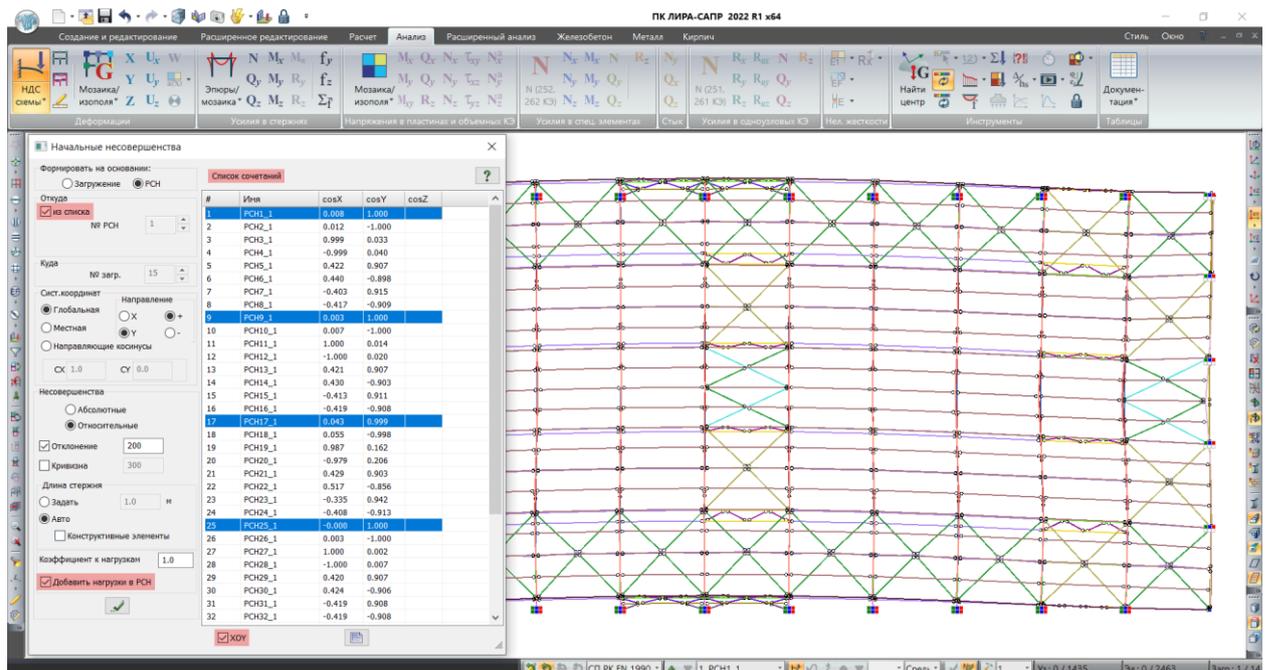
Вычисление коэффициента чувствительности к перекосу этажа

Данная реализация позволит оценить необходимость учета эффектов второго рода (Р-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 $C1$ ($*10*1.5$ 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 отдельно 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.

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1

Имя таблицы РСН: СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011_1

СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011

Динамика по модулю

Определяющие РСН

N загр.	Наименование	Вид	Доп. нагружение	Эквивалент	Взаимоскл.	Кэф. безоп.	1 PC
1	Собственный вес	Постоянное, Gsup				1.35	
2	Вес неважн конструкций	Постоянное, Gsup				1.35	
3	Нагрузка от оборудования	Постоянное, Gsup				1.35	
4	Снег	Снеговое > 1000, Q				1.5	
5	Ветер X	Ветровое, Q		+		1.5	
6	Ветер Y	Ветровое, Q		+		1.5	
7	Кран 1	Временное (кран), Q		+	2	1.35	
8	Кран 2	Временное (кран), Q		+	2	1.35	
9	Торн 1	Временное (торноз), Q		+	3	1.35	
10	Кран 3	Временное (кран), Q		+	2	1.35	
11	Кран 4	Временное (кран), Q		+	2	1.35	
12	Торн 2	Временное (торноз), Q		+	3	1.35	
13	Кран 5	Временное (кран), Q		+	2	1.35	

В расчетной схеме заданы:
 расчетные нагрузки
 нормативные нагрузки

Таблица: A B C

Учитывать условие 429 Еврокод 8:

Сочетания SUP:
Сочетания INF:

Ф-ла 6.10: Ф-ла 6.10а: Ф-ла 6.10б:

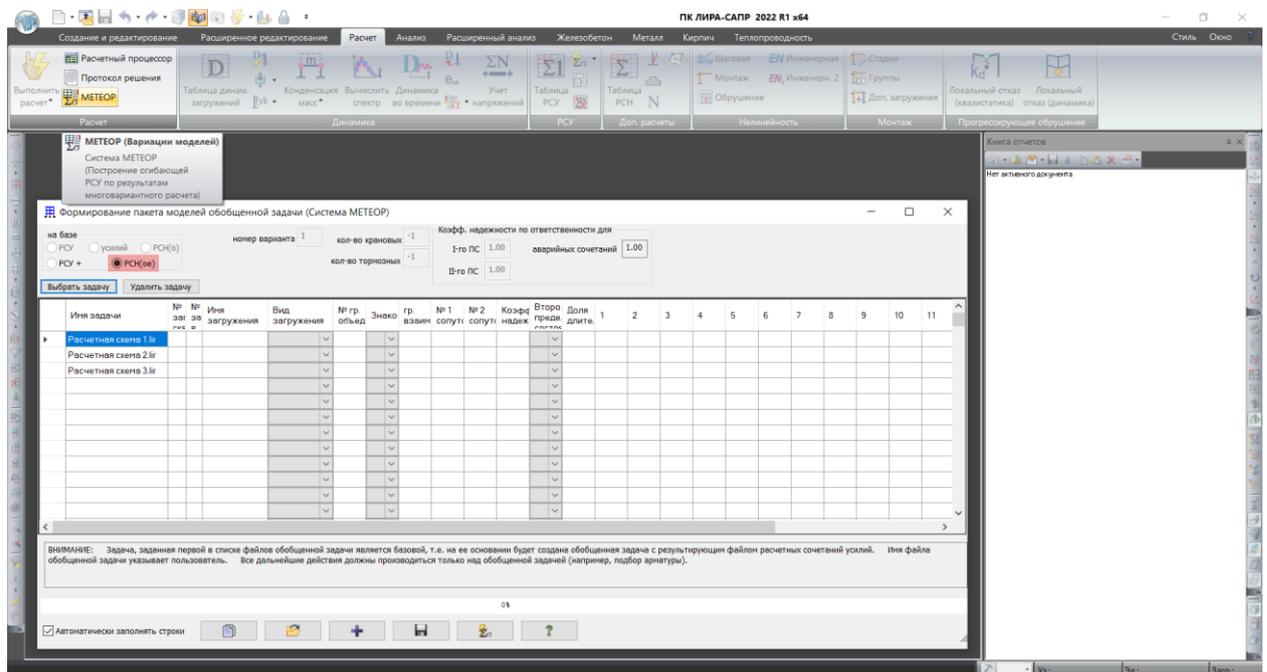
инт. к п. НР2.2.3.2 от 30.12.21

Кэффициенты

Коэффициенты надежности по ответственности

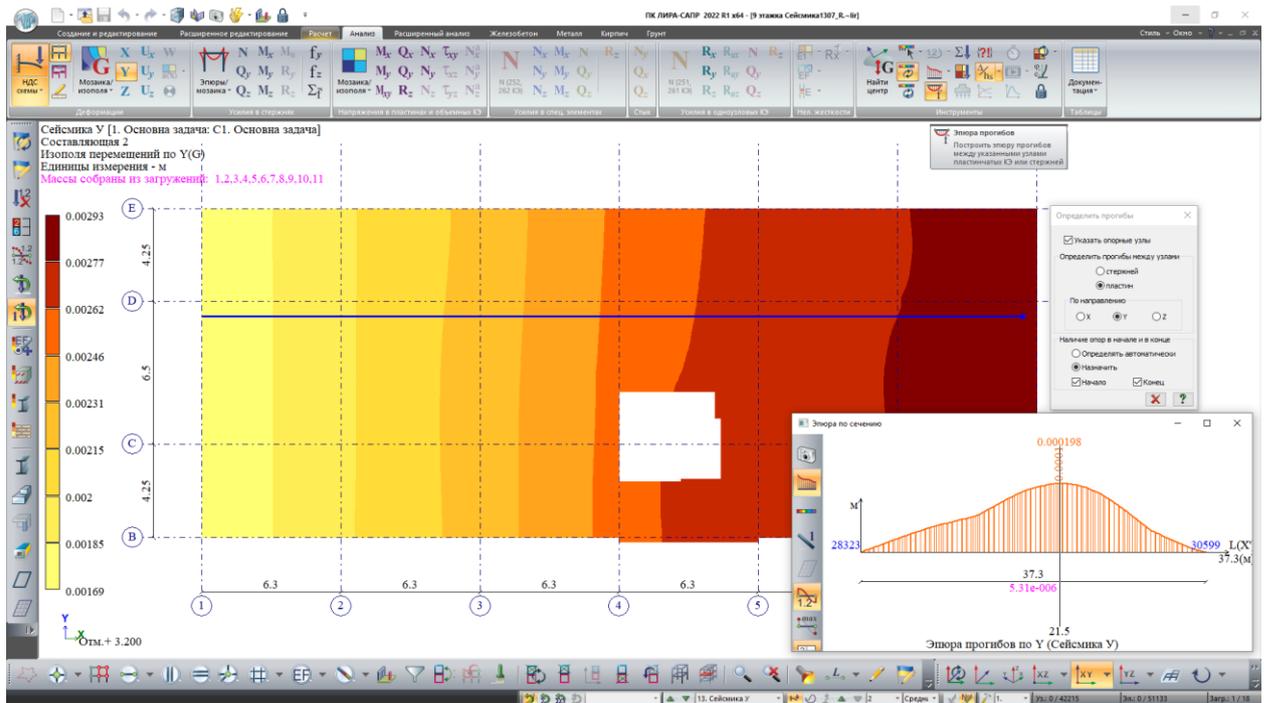
- Для норм СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 добавлена возможность использовать систему "МЕТЕОР" (МЕТОд Единого Обобщенного Результата), предназначенную для объединения результатов расчета нескольких расчетных схем с одинаковой топологией в единый обобщенный результат. В процессе объединения

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.

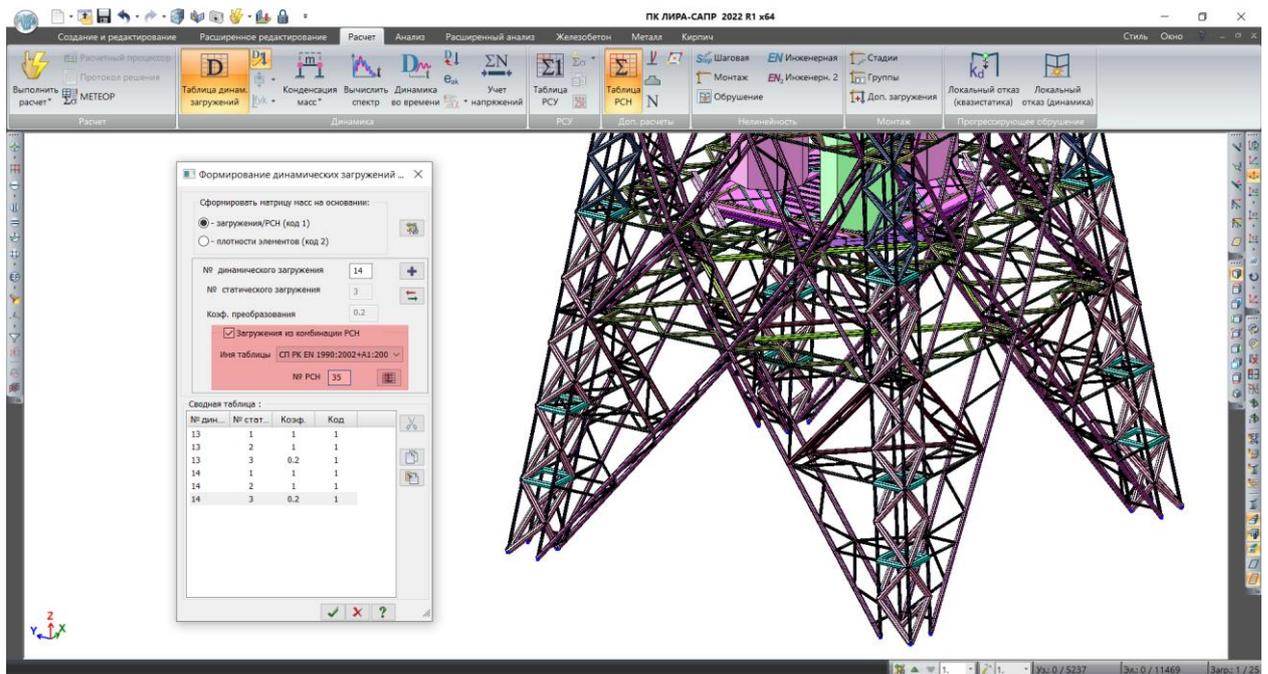


Формирование пакета моделей обобщенной задачи

- Добавлена возможность расчета осадки для специфических грунтов (просадочных, набухающих и засоленных) в соответствии с требованиями норм СП РК 5.01-102-2013.
- 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.
- Добавлена возможность автоматического заполнения таблицы сбора масс для динамических нагружений. Таблица заполняется на основании коэффициентов сочетаний, использованных при формировании комбинаций РСН, в которые входят динамические нагружения.
- Добавлена возможность построения эпюр прогибов в плоскости пластин, которую, например, можно использовать для классификации перекрытий по жесткости.



Пример построения эюры прогибов для перемещений в плоскости пластин

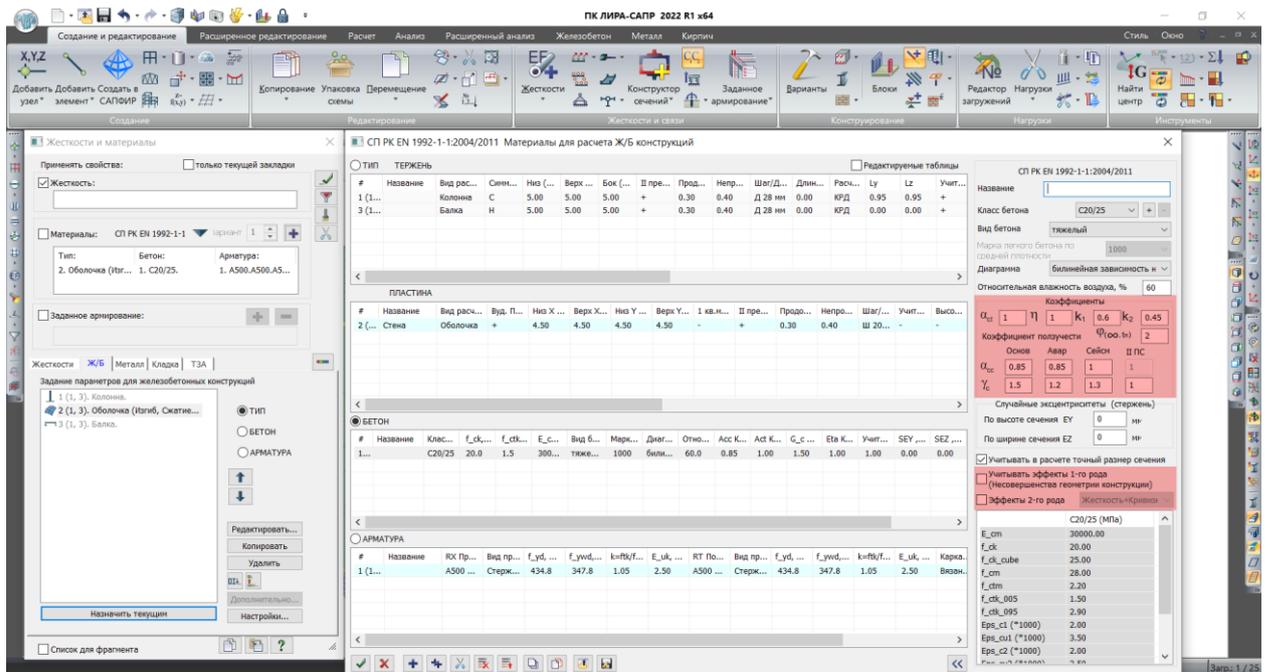


Формирование масс для динамических нагружений

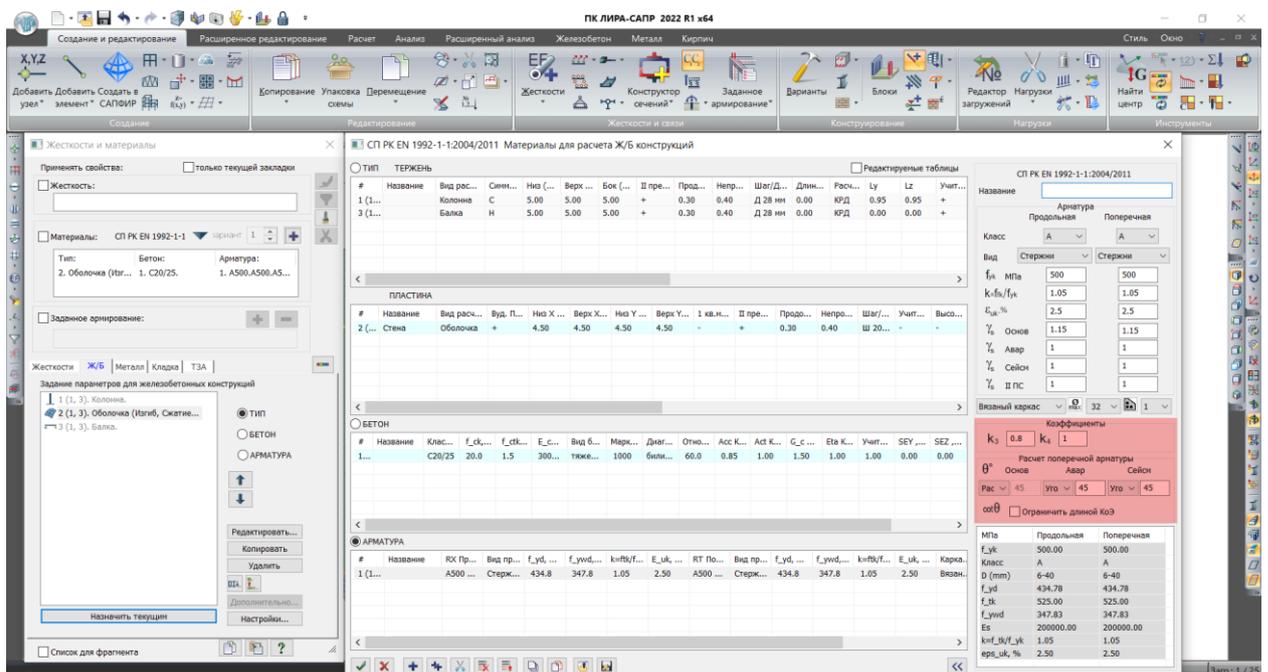
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 уточнен подбор армирования, включая эффекты первого и второго порядков.
- Для норм СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 добавлена возможность учета эффектов второго рода при подборе армирования в стержневых элементах. Доступны следующие методики: по номинальной жесткости, 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 отдельно для каждой расчетной ситуации (основное сочетание, аварийное или сейсмическое). Подбор арматуры и проверка несущей способности бетонного сжатого раскоса может осуществляться для трех вариантов настроек:

- при угле наклона θ заданном пользователем (по умолчанию 45 градусов);
 - угол наклона θ определяется расчетом (из условия $V_{ed} = V_{rd, max}$);
 - 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.

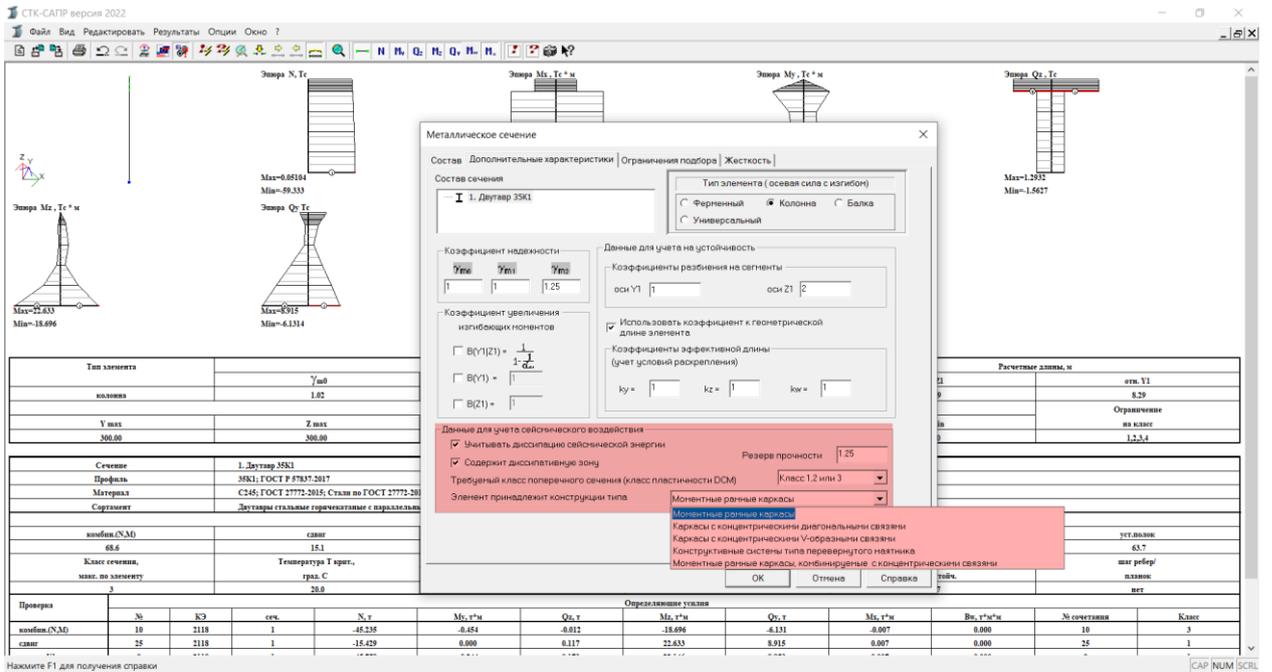


Дополнительные группы коэффициентов и настроек в расчете армирования (бетон)



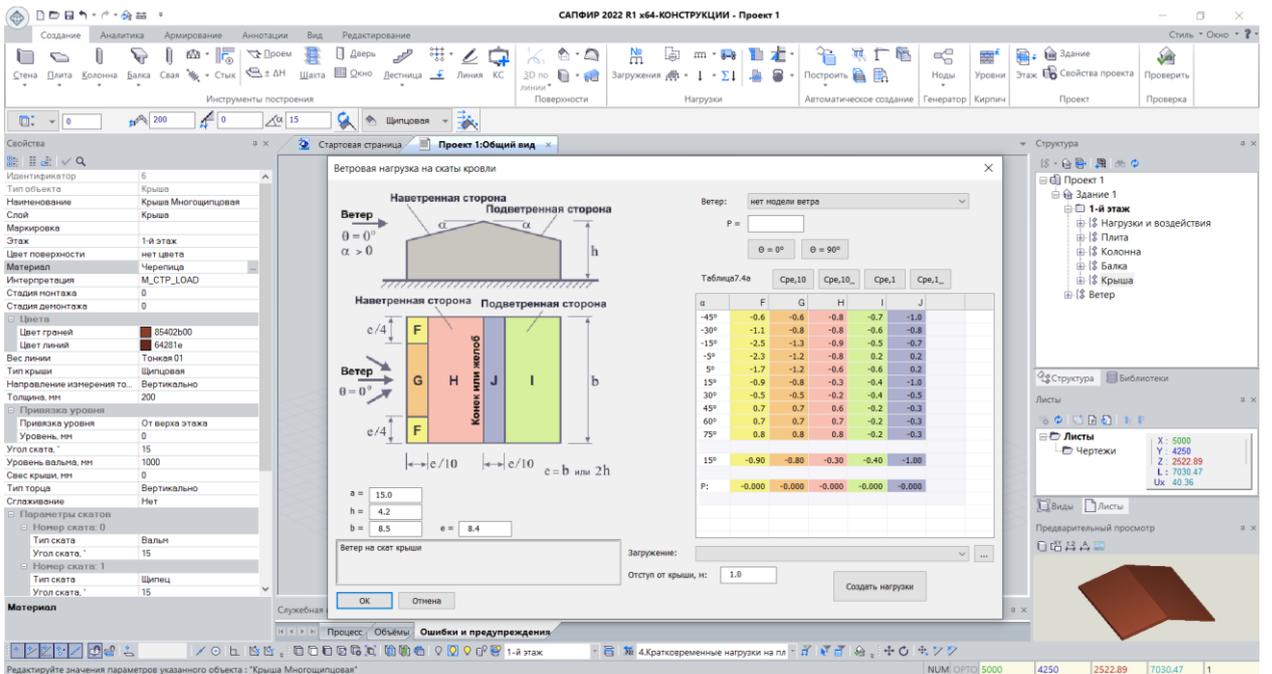
Дополнительные группы коэффициентов и настроек в расчете армирования (арматура)

- 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 нагружения 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 V-образными связями, конструктивных систем типа перевернутого маятника и моментных рамных каркасов, комбинируемых с концентрическими связями.

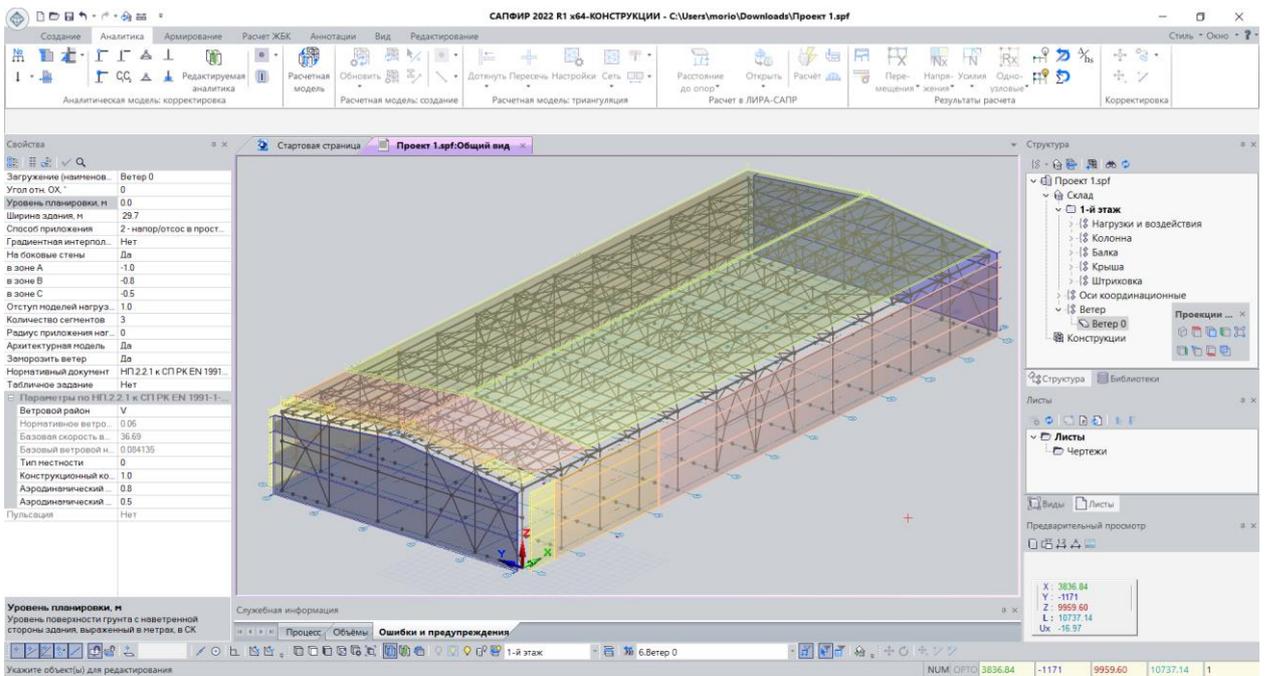


Данные для учета сейсмического воздействия в расчете стальных конструкций

- 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.

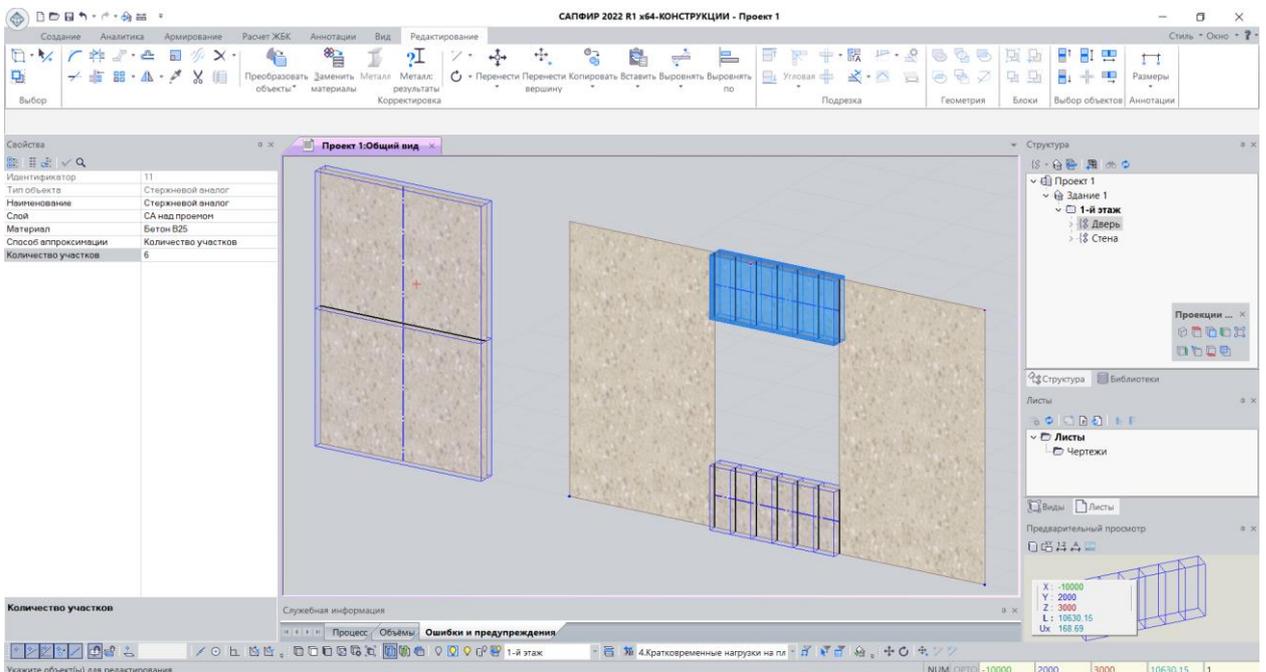


Сбор ветровой нагрузки на двухскатное покрытие



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.

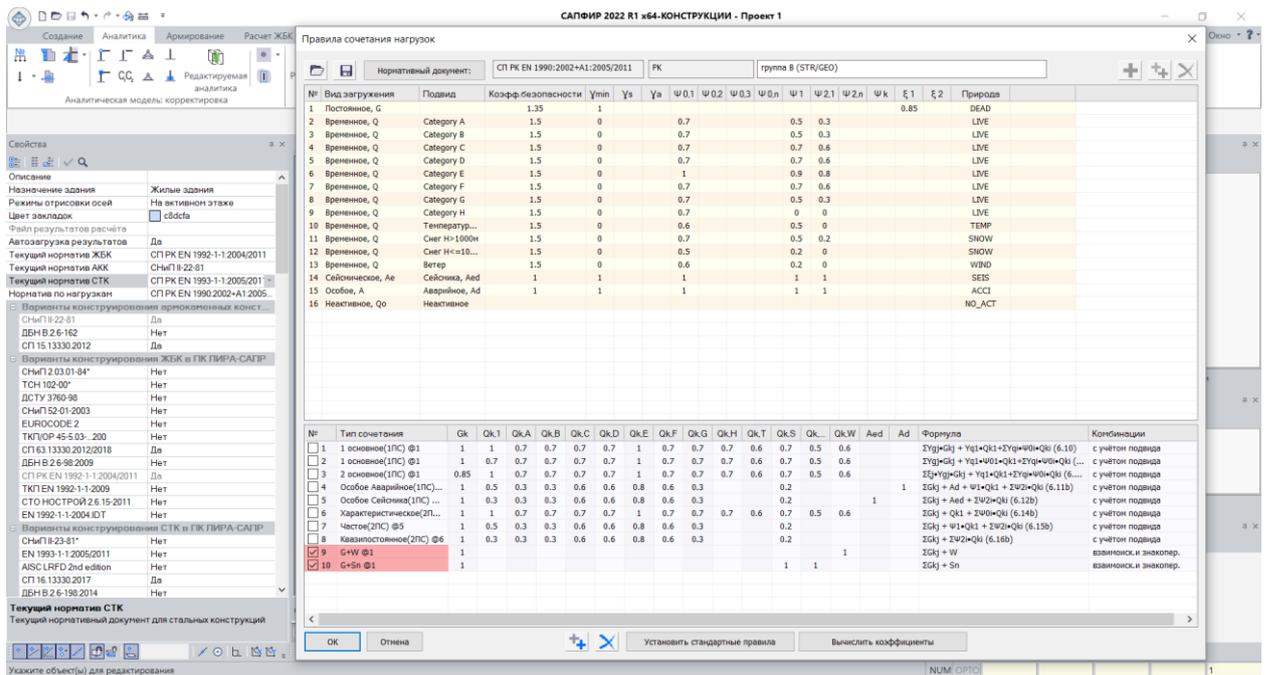


Пример создания СА для перемычек над и под проемом

- 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!

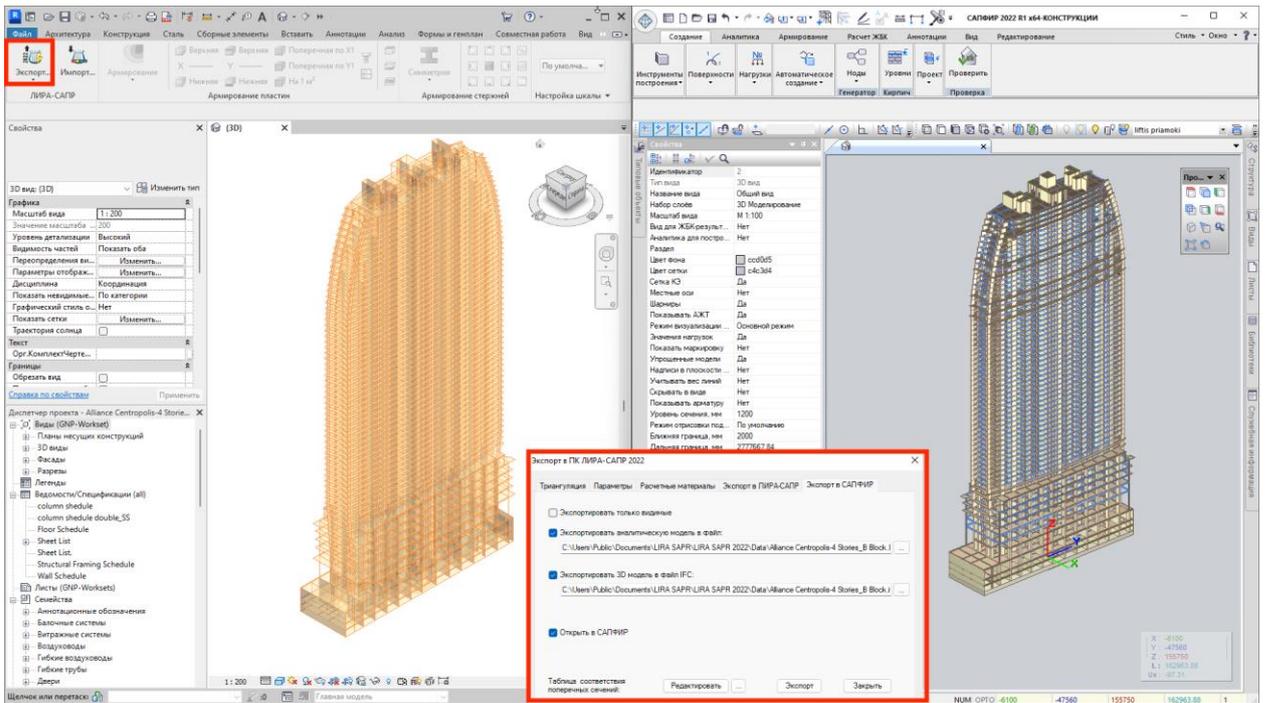
Данные комбинации важно использовать в расчетах, чтобы меньше пригружать каркас. Особенно это необходимо для проверки на отрыв, опрокидывание и для расчета анкеров для фундаментов.



Новые комбинации нагрузок в среде САПФИР

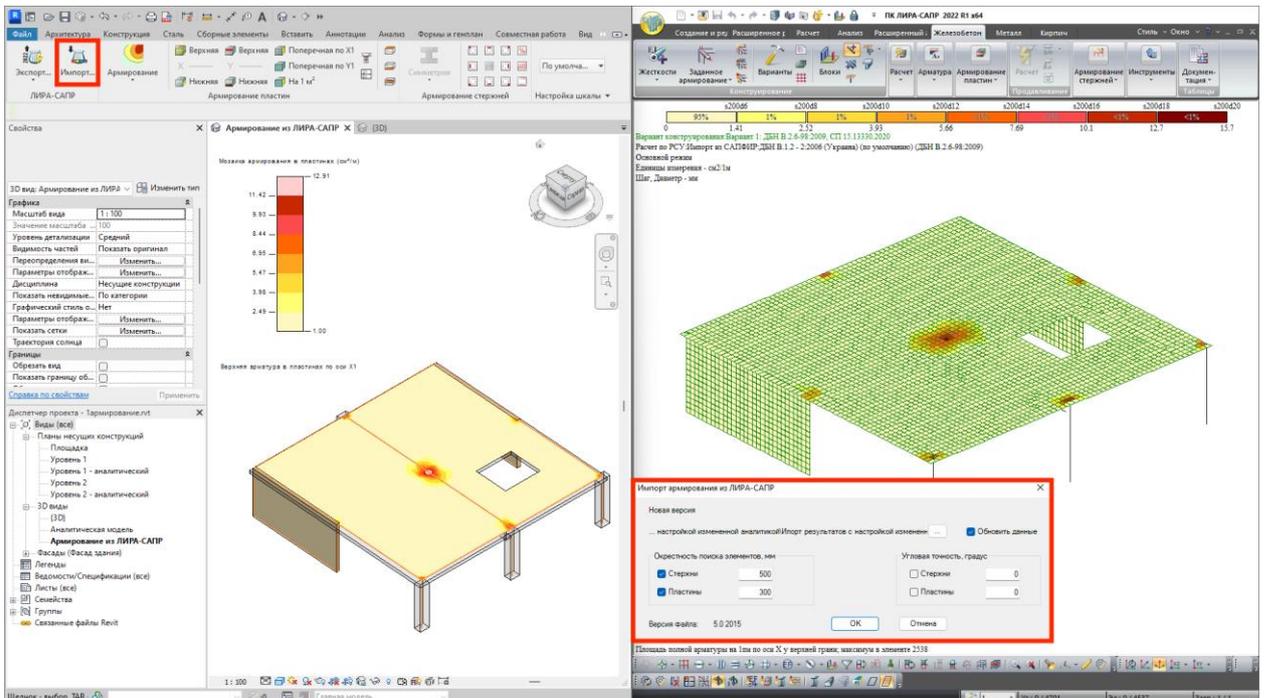
ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ - компоненты технологии BIM

- 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.



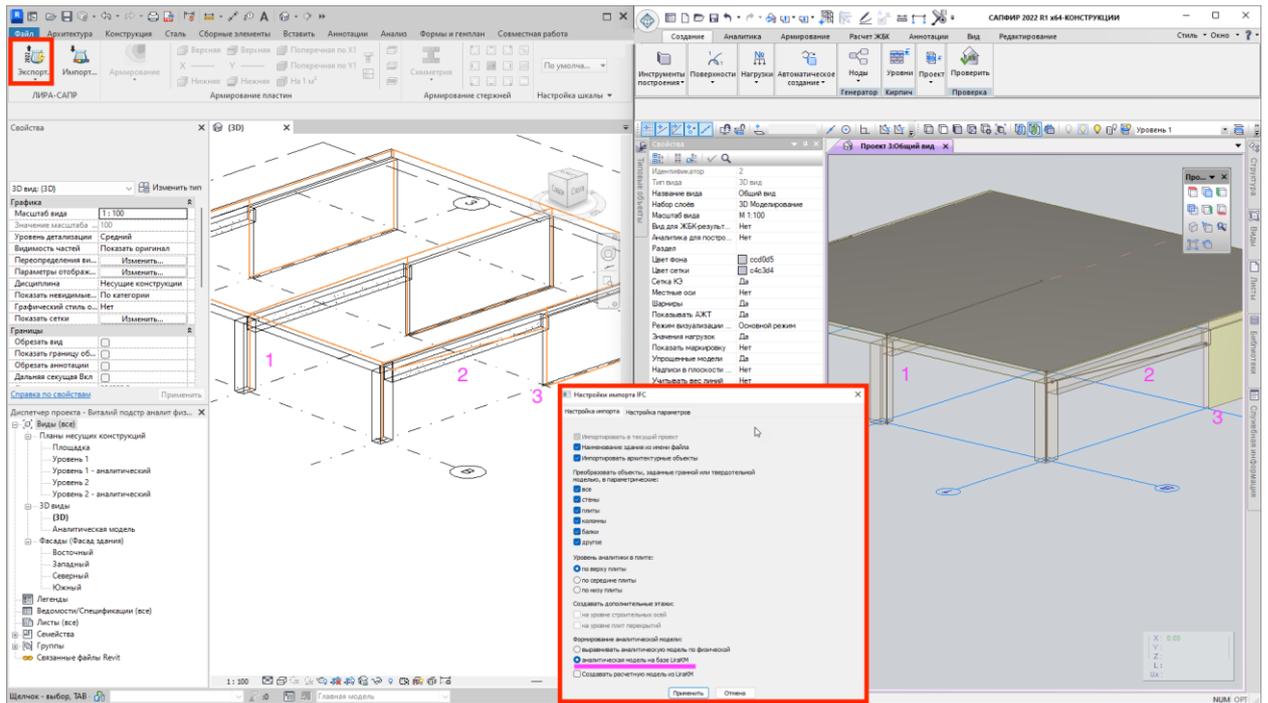
Двусторонняя интеграция с Autodesk Revit 2023

- 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.



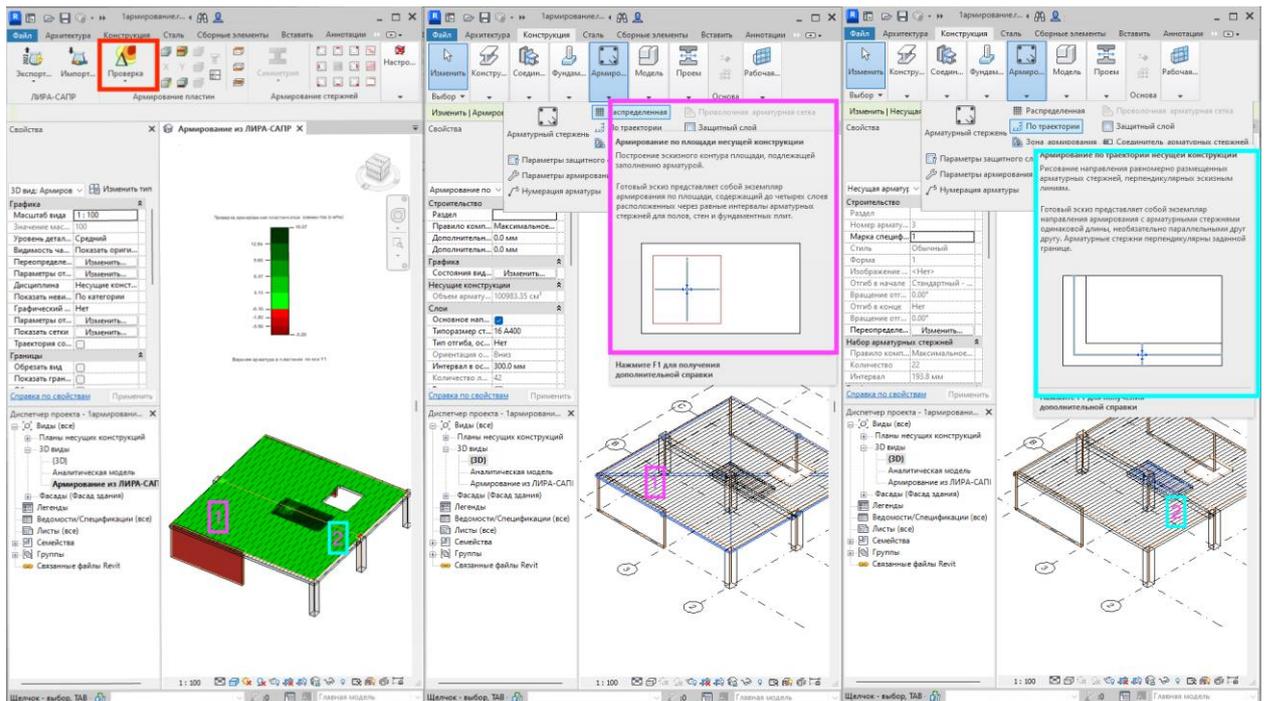
Передача результатов теоретического армирования с настройкой параметров

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



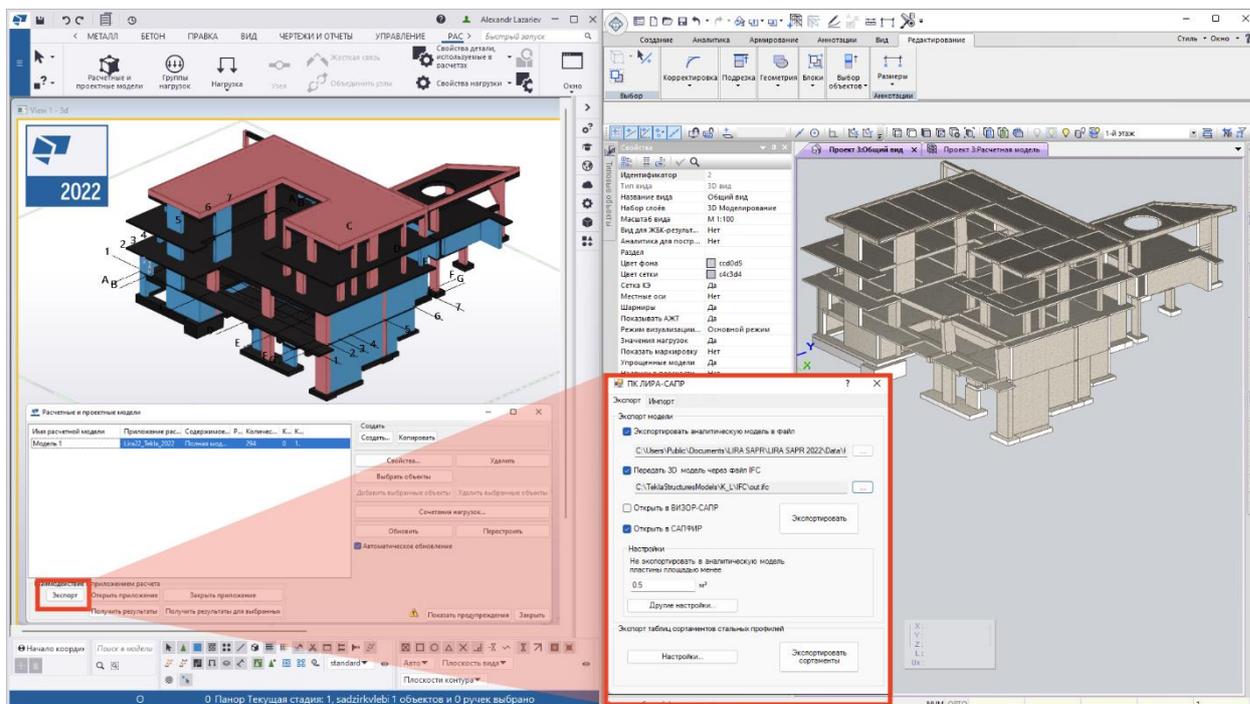
Передача отредактированной аналитической модели из Revit в ЛИРА-САПР

- 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".



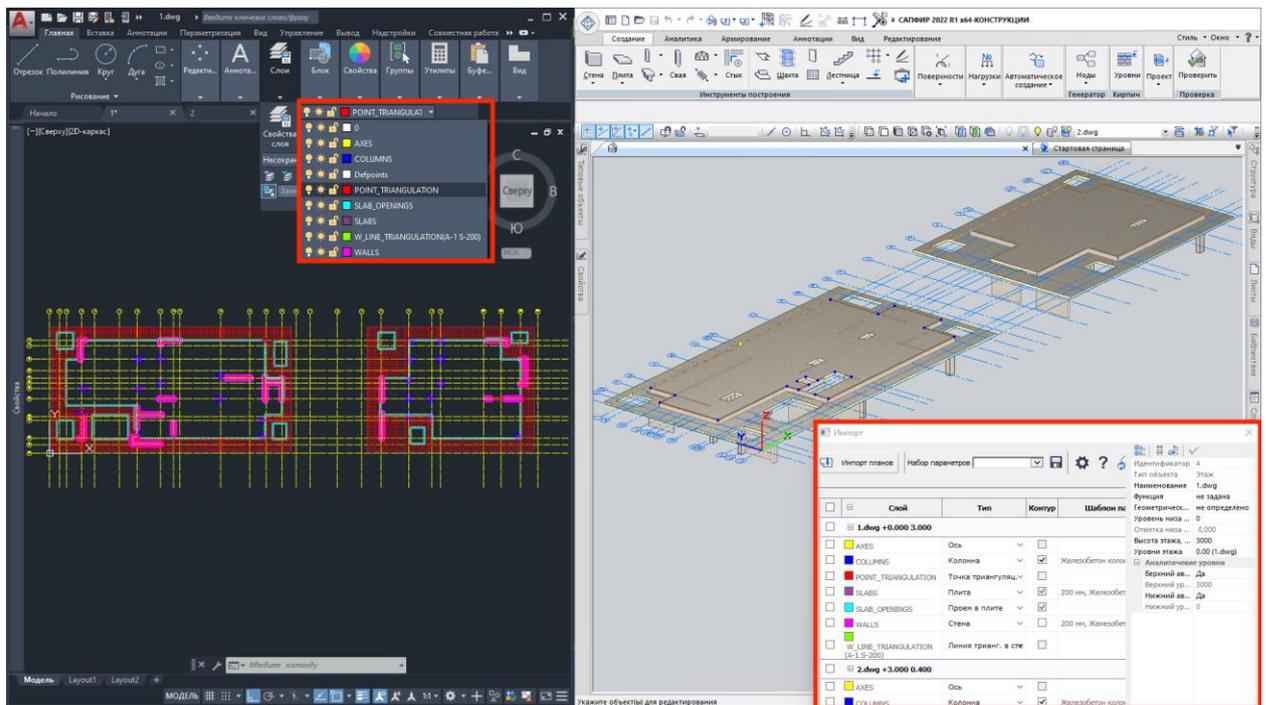
Контроль армирования в Revit при использовании инструментов "армирование по площади" и "армирование по траектории"

- 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;
 - для автоматической генерации модели по поэтажным планам DWG.



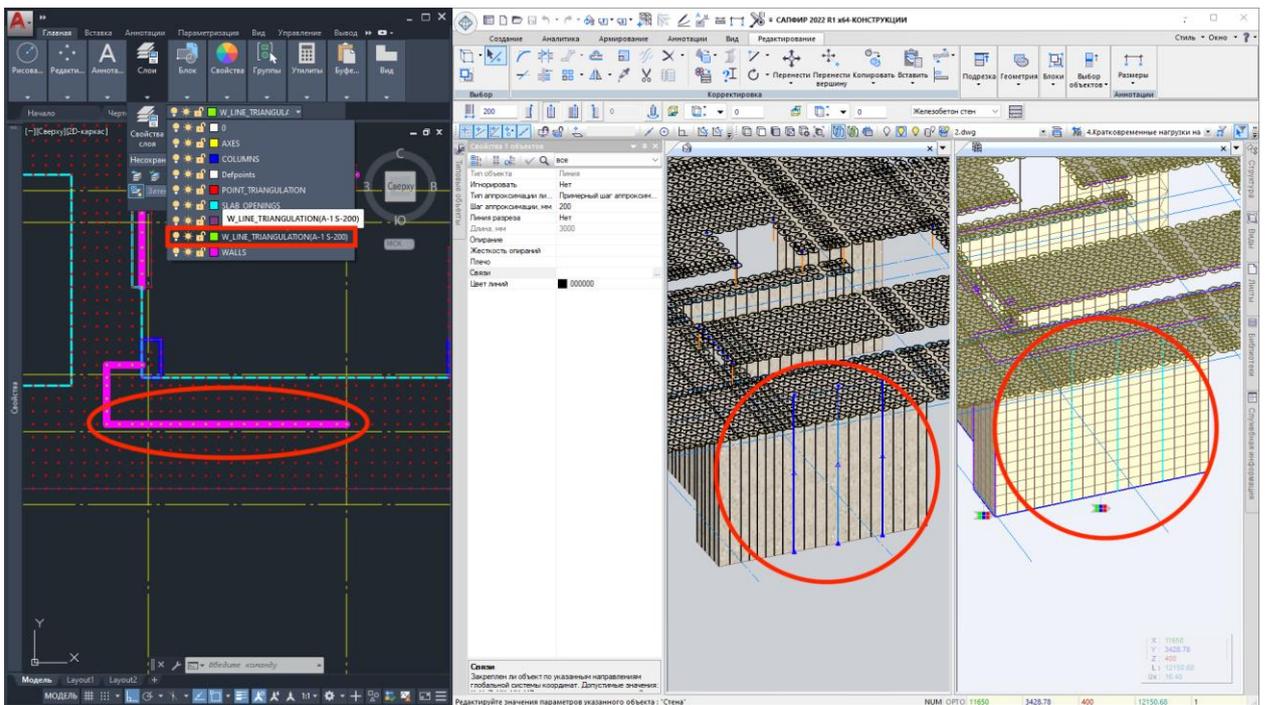
Импорт поэтажных планов с использованием формата DWG

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

Через наименование слоя можно задать следующие параметры: отступ спецэлементов от низа этажа, жесткости (R_x , R_y , R_z , R_{ux} , R_{uy} , R_{uz}) и систему координат в которой они заданы (глобальная, локальная). Кроме того, все эти параметры можно задать непосредственно в самом САПФИР при импорте поэтажного плана.

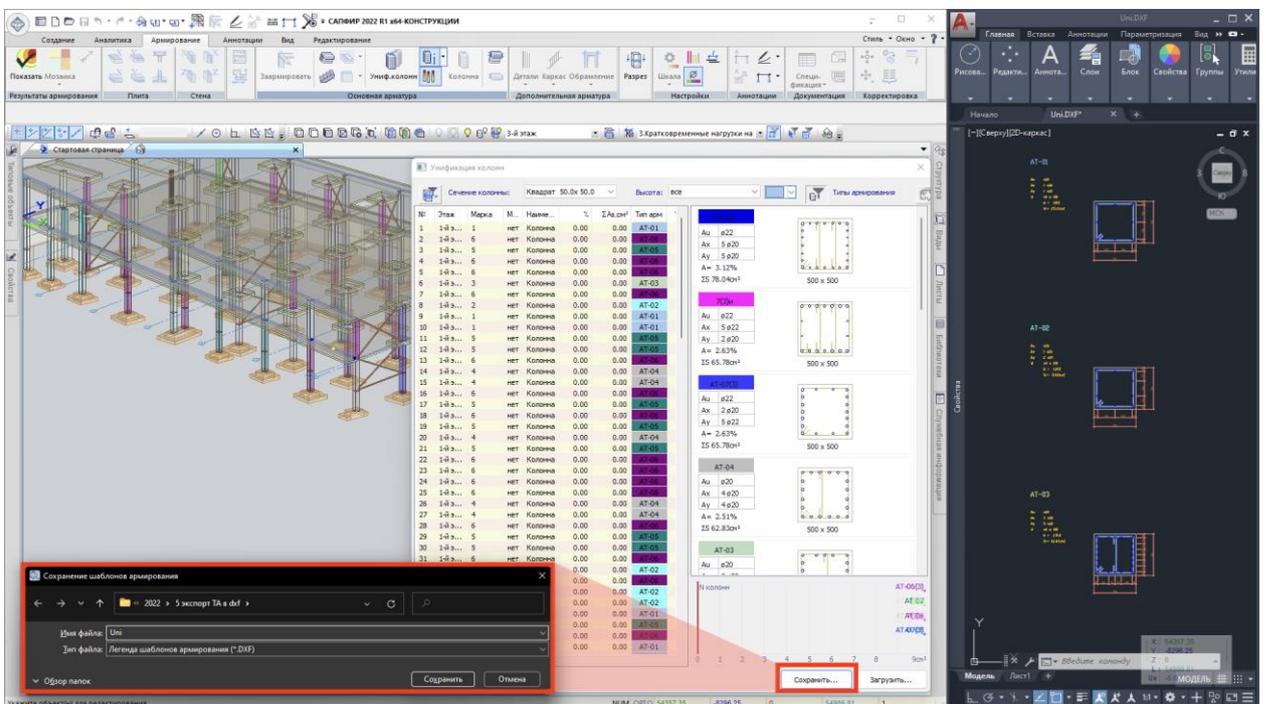
 - выполнить импорт вертикальных линий триангуляции для стен

Через наименование слоя можно задать тип и шаг аппроксимации линии.



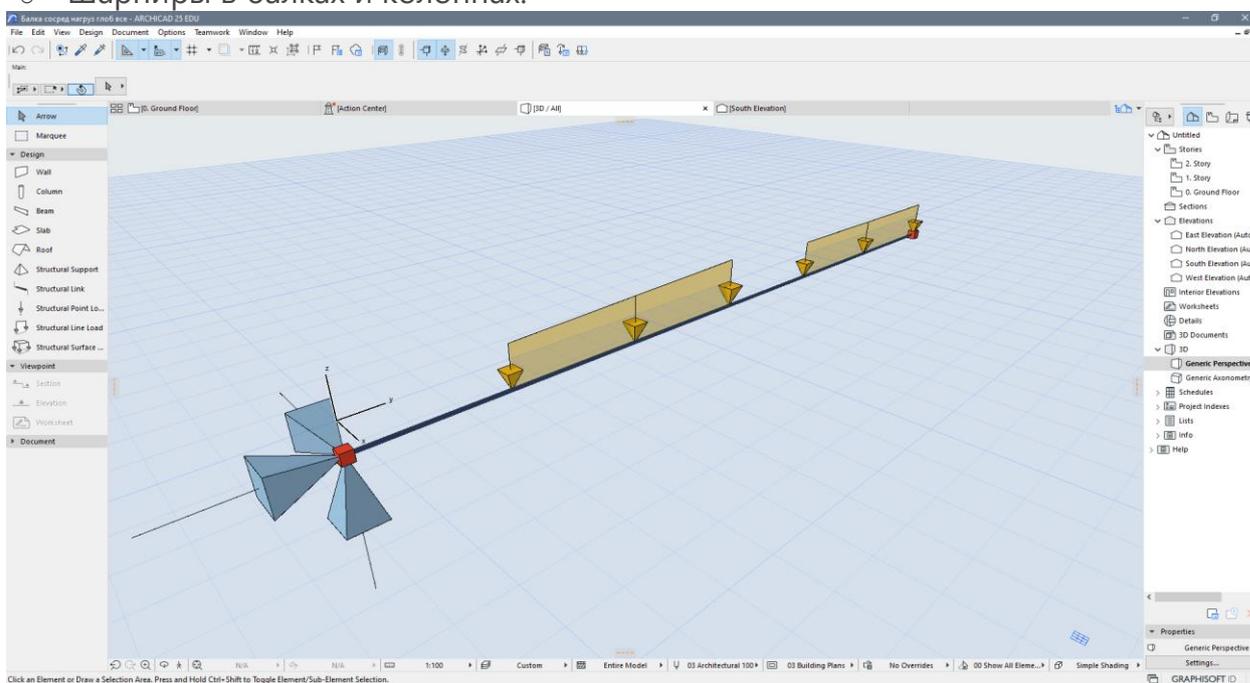
Импорт поэтажных планов с возможностью задания линий и точек триангуляции

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

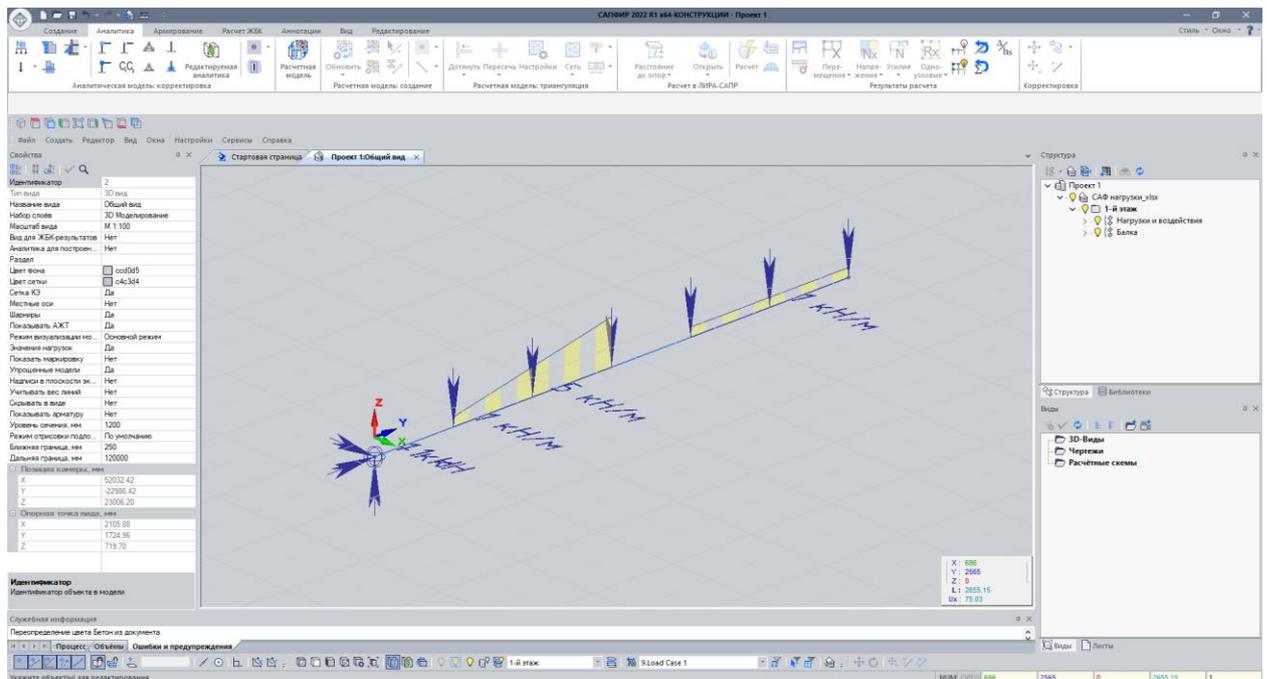


Экспорт результатов типов армирования в соответствии с унификацией КОЛОНН

- 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

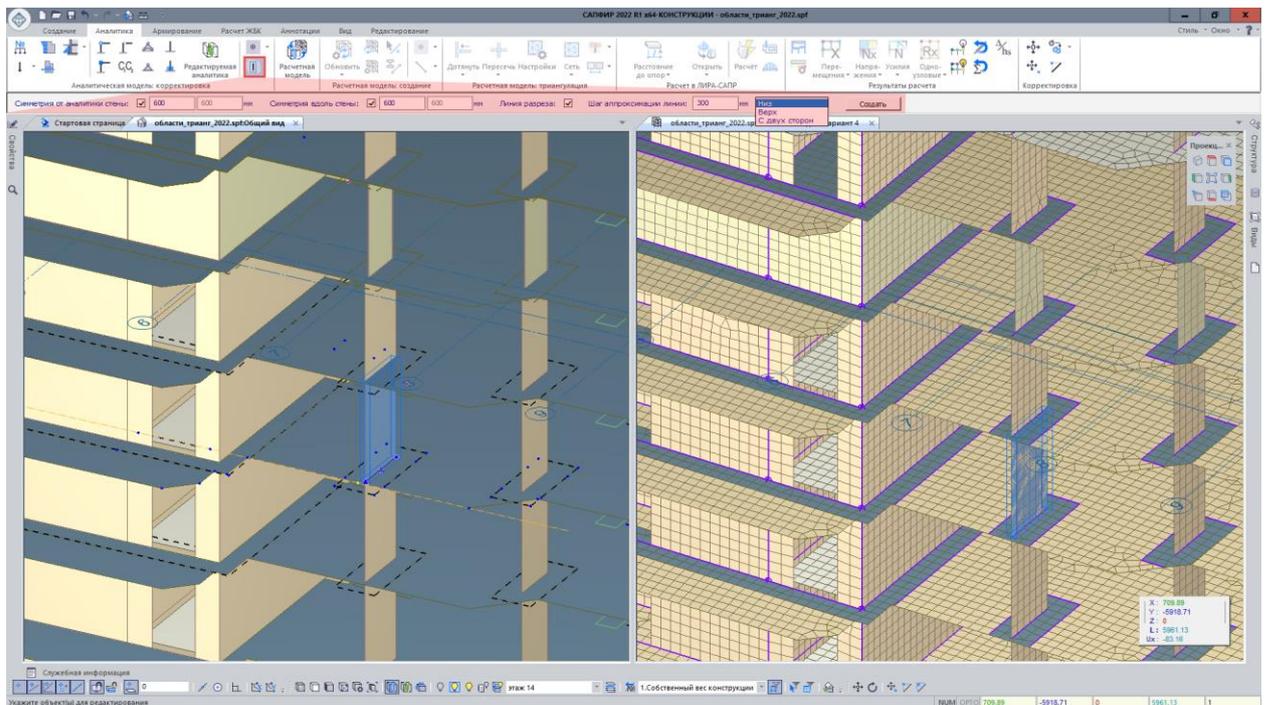


Нагрузки на балку в САПФИР 2022 после импорта САФ

Препроцессор САПФИР-Конструкции

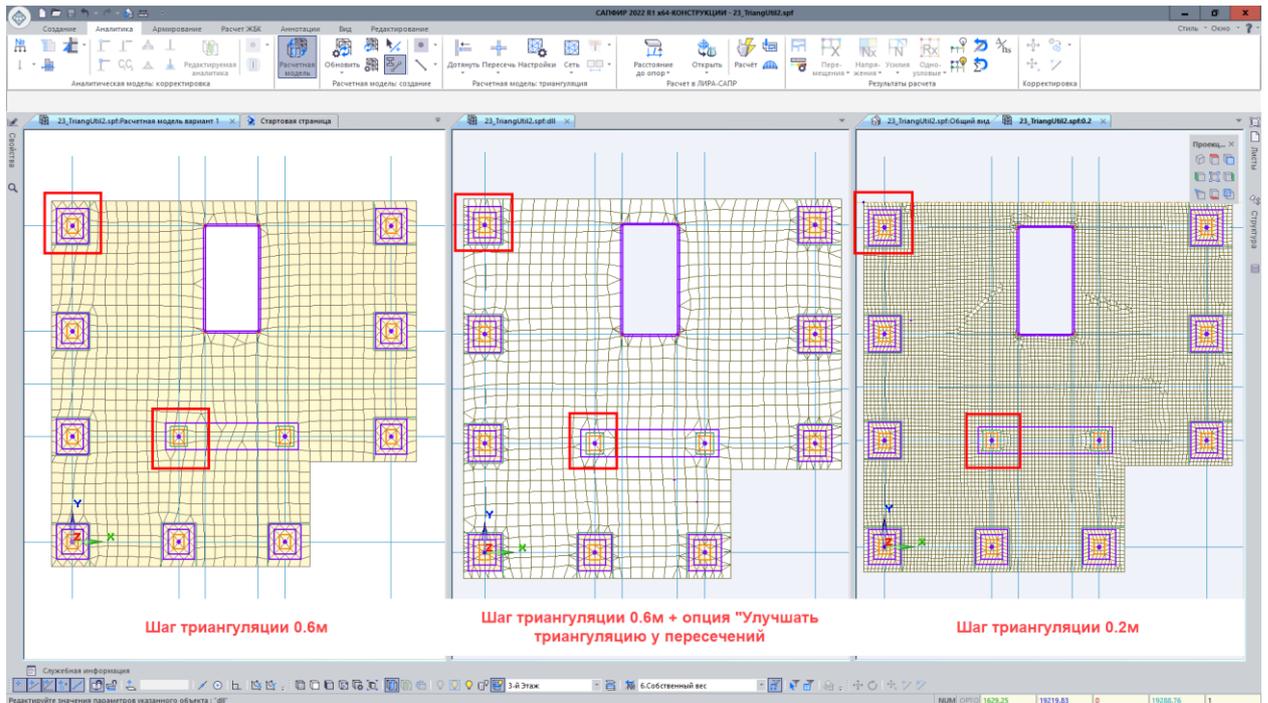
ТРИАНГУЛЯЦИЯ

- 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.

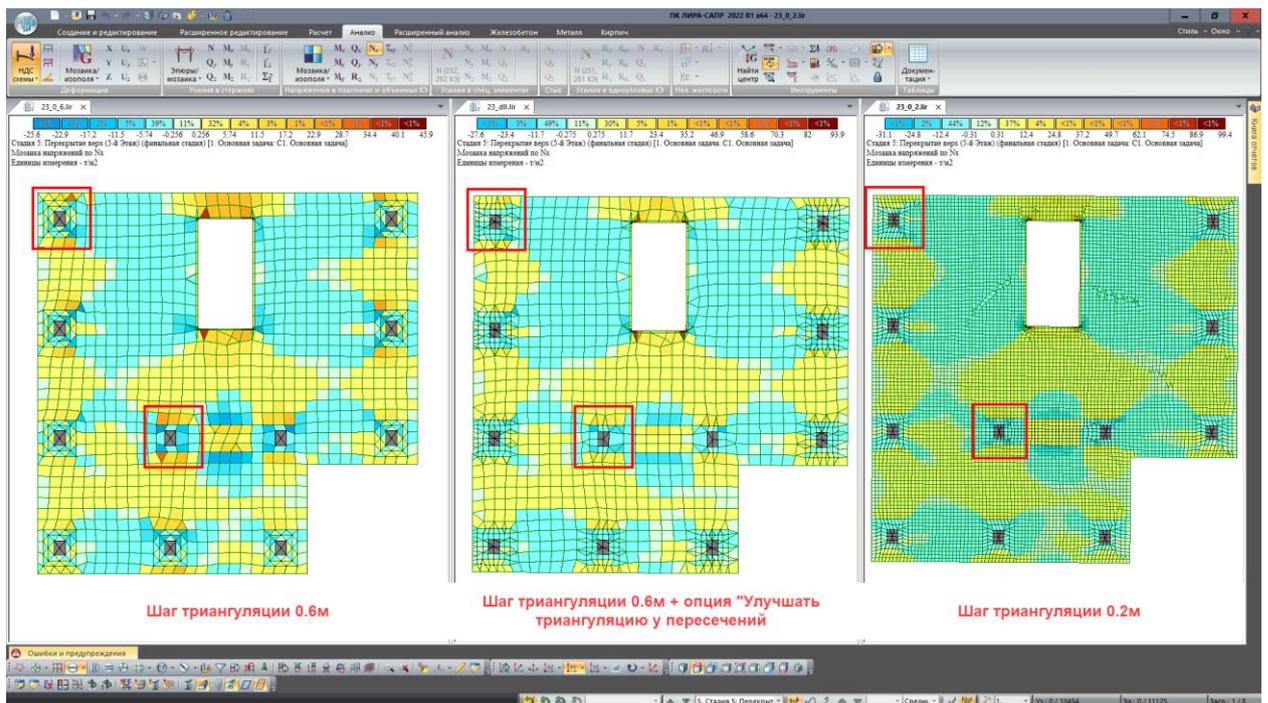


Создание областей триангуляции для плит

- 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.



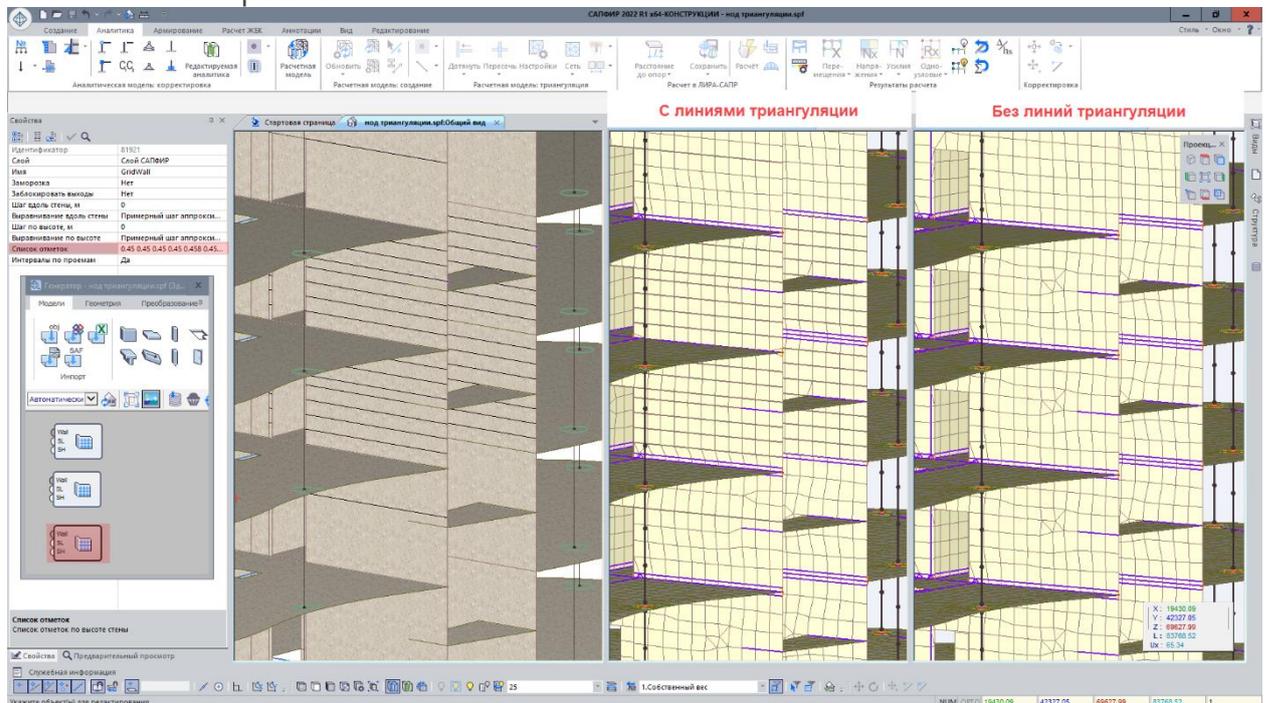
Улучшение триангуляции у пересечений (САПОФИР)



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.

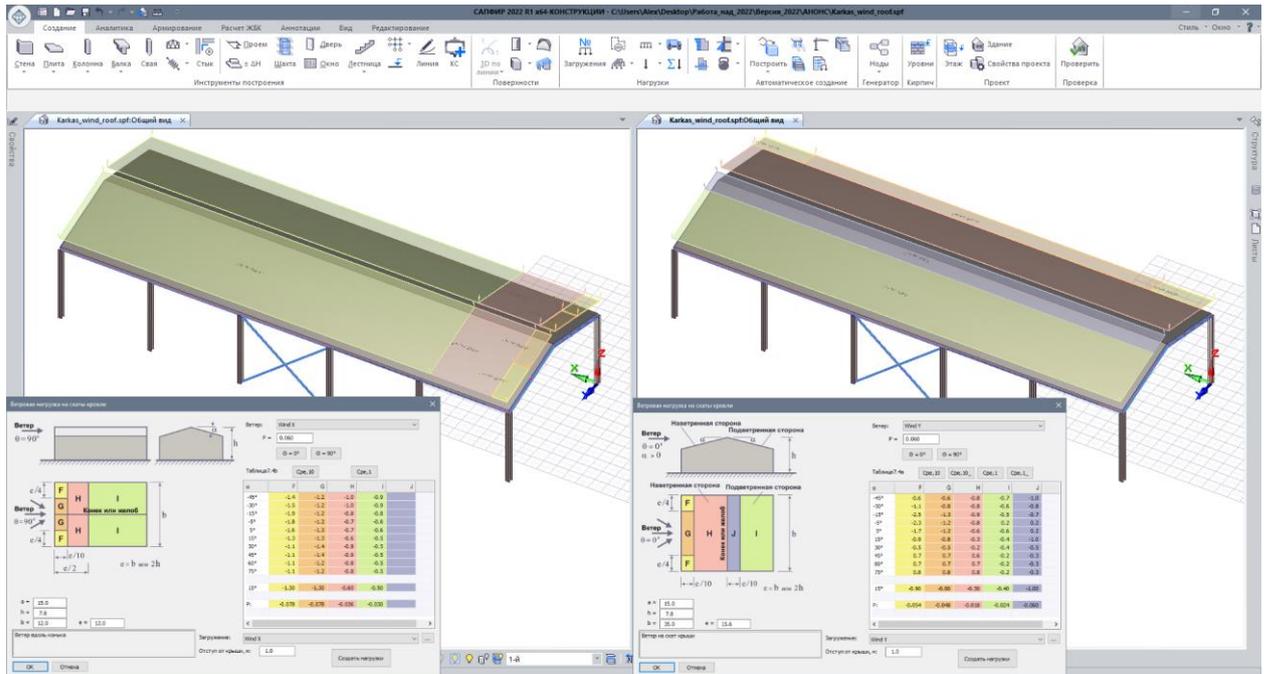


Создание линий триангуляции в стенах с помощью нода

НАГРУЗКИ

- Расширены возможности диалогового окна "Суммирование нагрузок". Теперь он работает не только с аналитической, но и с расчетной моделью.
- Реализована возможность передавать нагрузку от подколлонника в модель грунта. В свойствах колонны появился блок свойств, позволяющий назначить аналитическому представлению подколлонника распределенную нагрузку на грунт P_z , коэффициенты постели C_1 и C_2 , горизонтальную жесткость опирания плиты на грунт C_x и C_y , 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 нагружения используются статические нагрузки, заданные пользователем.

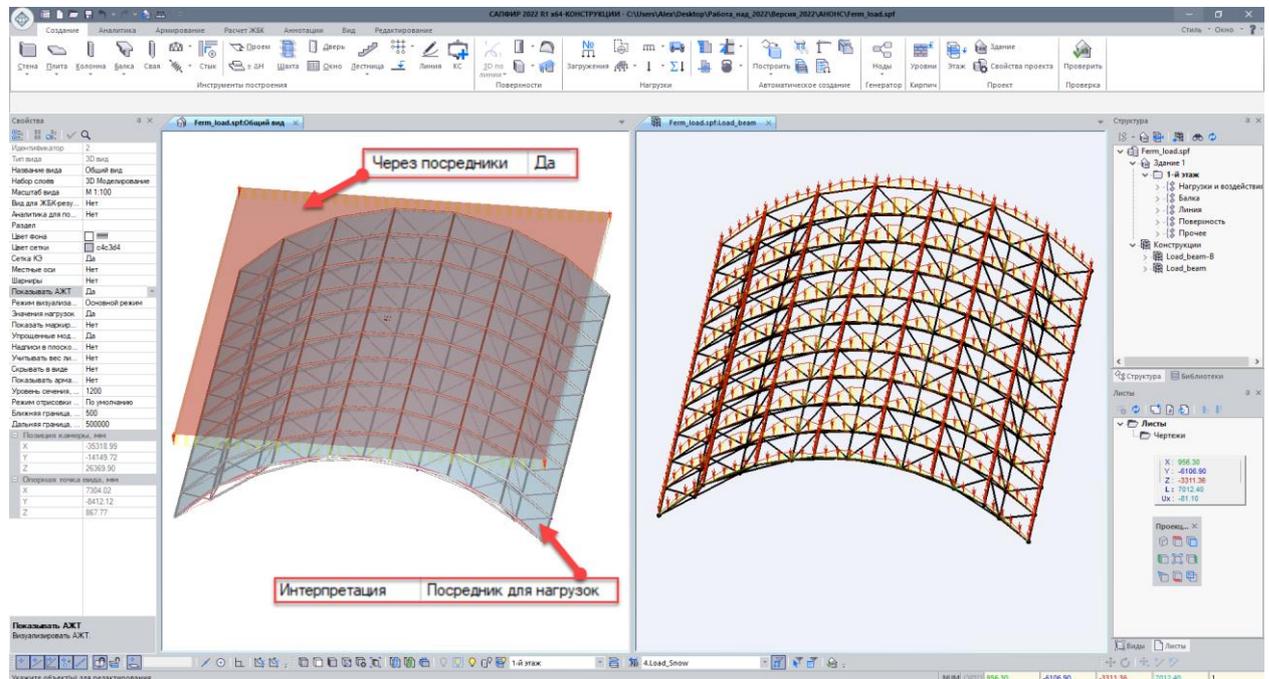
- Добавлена визуализация ветровой нагрузки в архитектурной модели с возможностью “заморозить” ветер. Данная опция позволяет отключить/включить автоматическую регенерацию ветра при изменении геометрии конструкции.
- При автоматическом способе приложения ветра напор/отсос в пространстве, появилась возможность сбора ветра на боковые стены (зоны А, В, С) 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

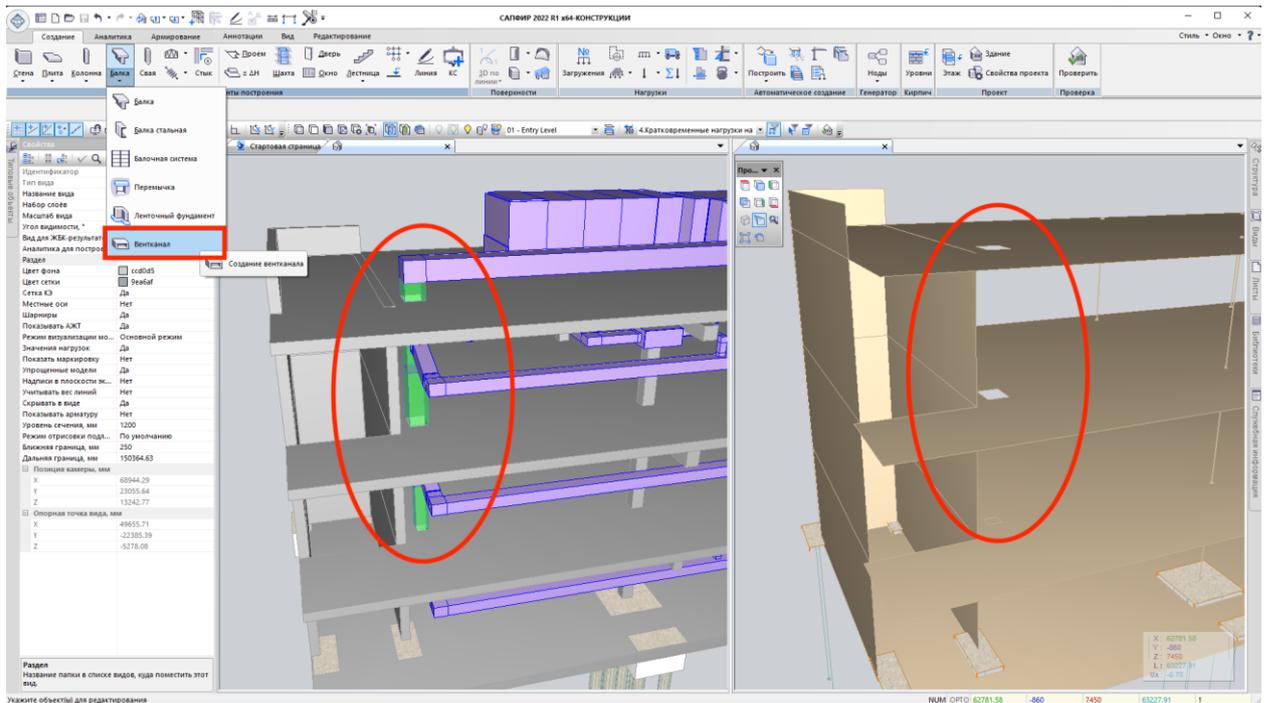


Сбор нагрузок с поверхности или плиты

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

АНАЛИТИКА

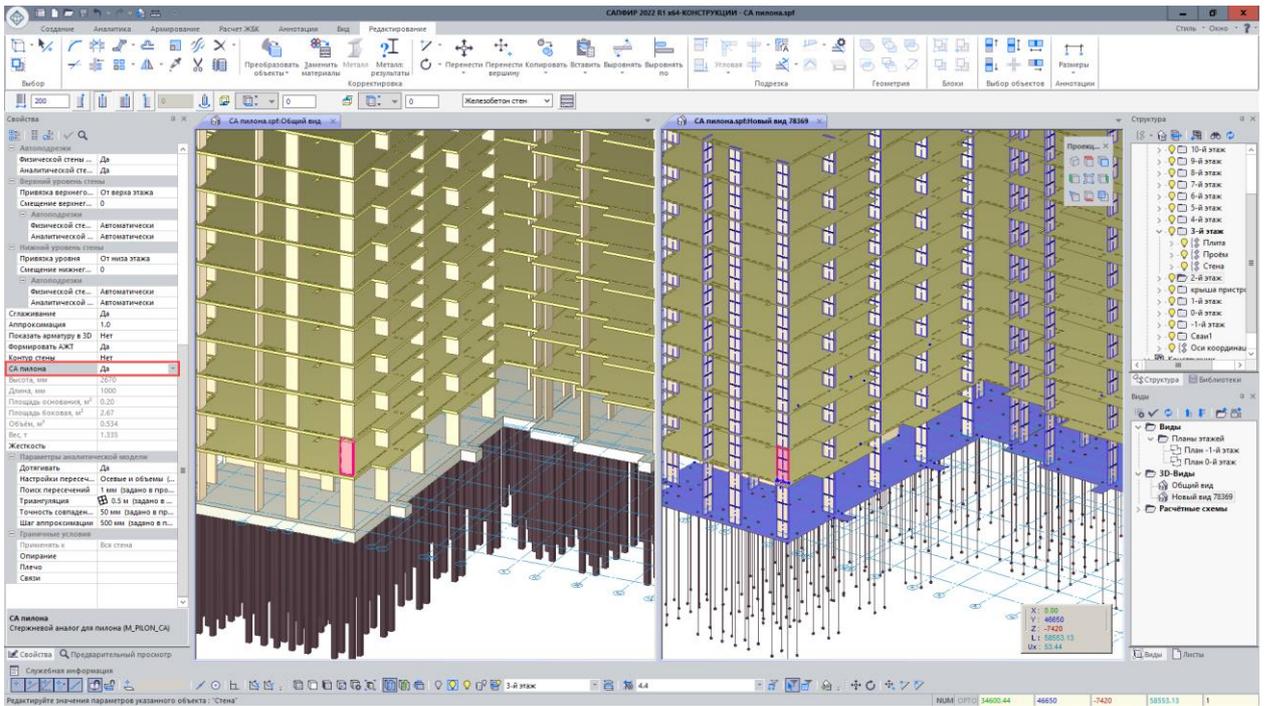
- Реализован инструмент “Вентканал”, который автоматически вырезает проемы в тех стенах и плитах, которые пересекает. Проемы могут быть созданы точно по форме вентканала или с заданным отступом. Все проемы являются ассоциативными и при изменении расположения вентканала или его размеров выполняется автоматическое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



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

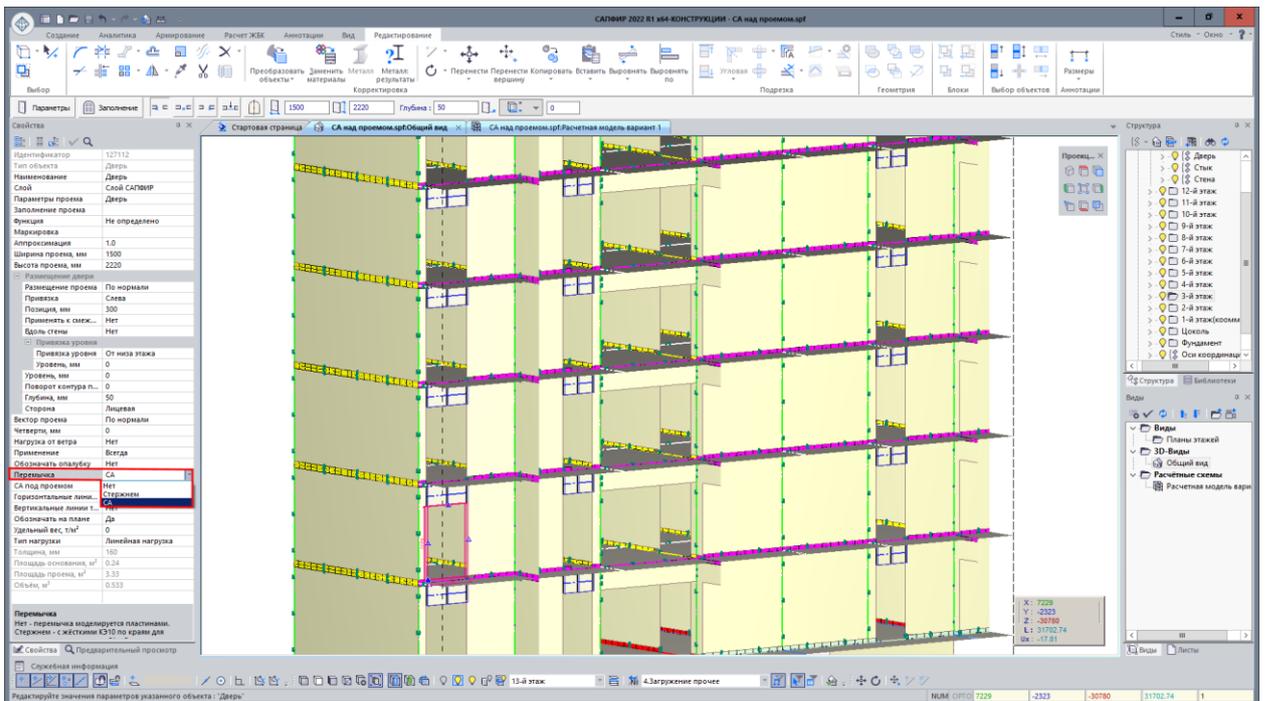
- Добавлена возможность выполнить создание наклонной колонны. В свойствах объекта указывается угол наклона и направление наклона колонны. Для наклонной колонны доступен практически полный набор свойств вертикальной колонны: изменение параметров жесткости, формирование АЖТ, назначение условий опирания 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;
 - 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

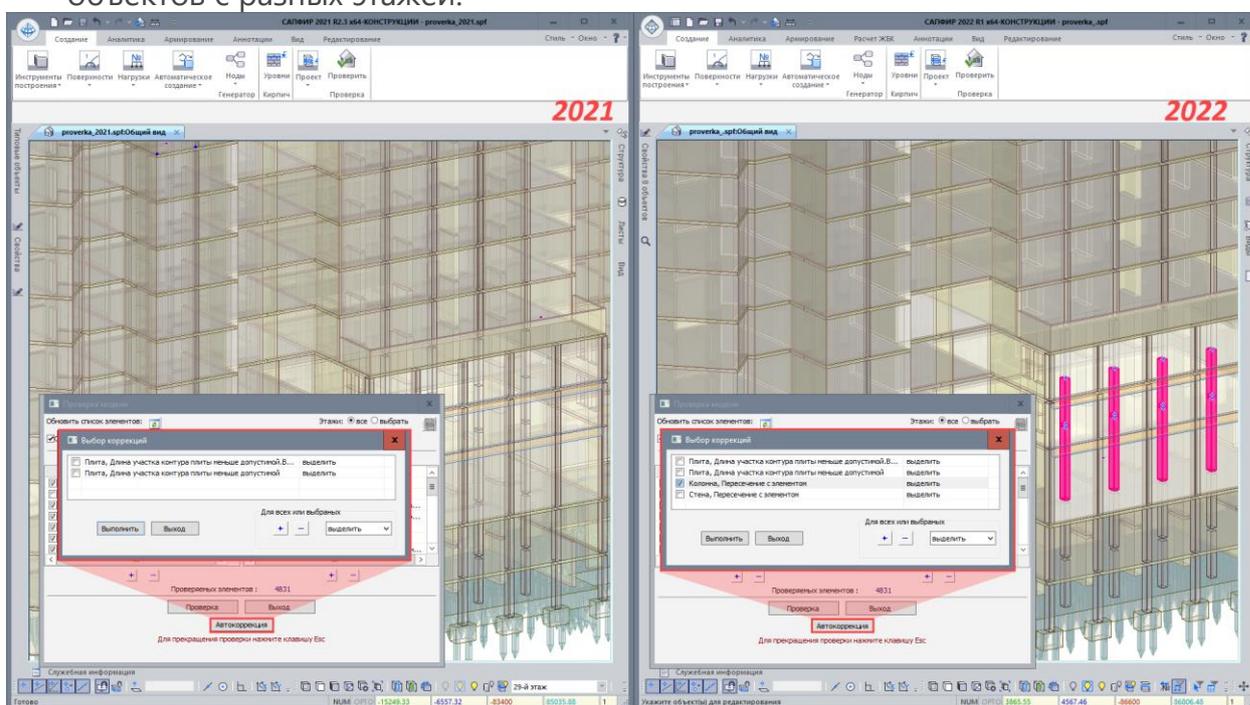
В свойства дверных и оконных проемов в дополнение к возможности заменить область над проемом на стержень добавлена возможность сохранить моделирование области над проемом пластинчатыми элементами и сгенерировать перемычку в виде СА. Аналогичным образом можно сгенерировать СА и для подоконной зоны.



Генерация стержневых аналогов для перемычек

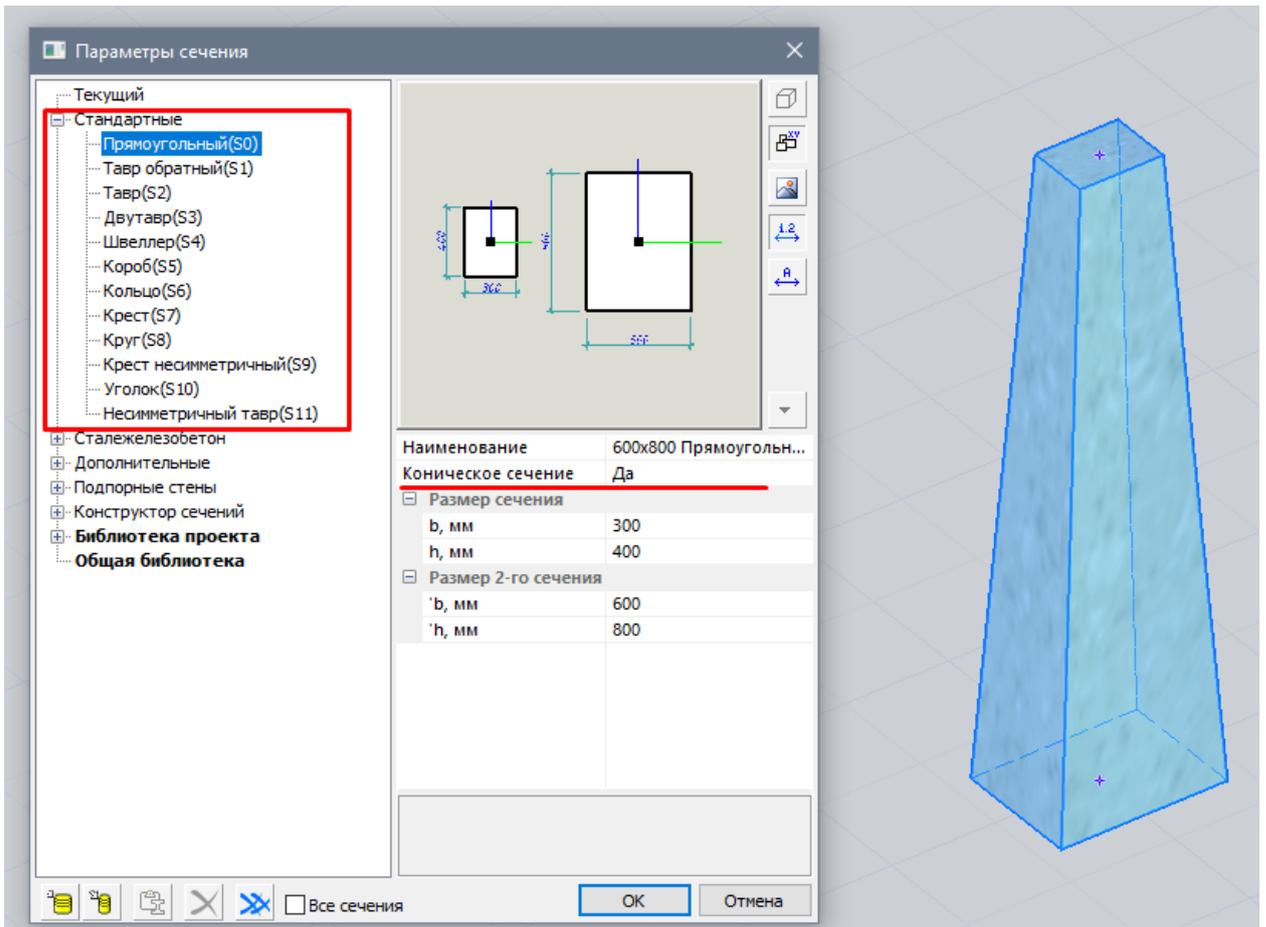
Для балок прямоугольного сечения появилась возможность сформировать СА в виде тавра. Программа автоматически распознает высоту тавра, а ширину полок тавра можно задать в свойствах СА.

- Усовершенствована “Проверка модели”:
 - 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.



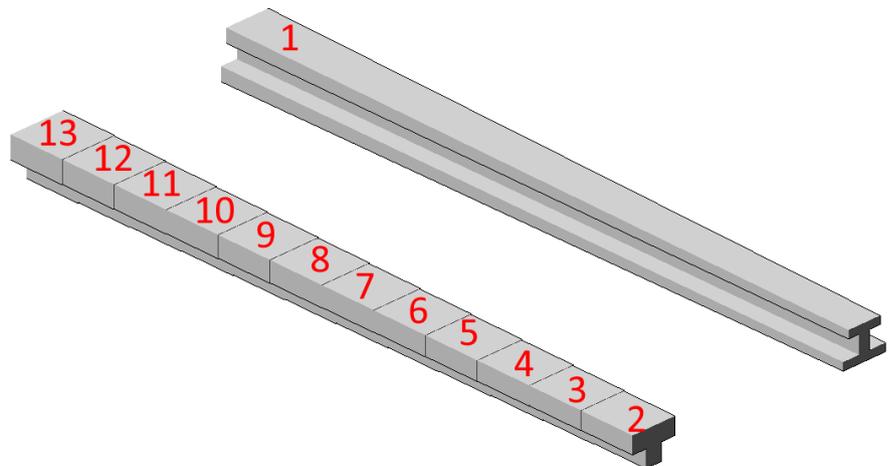
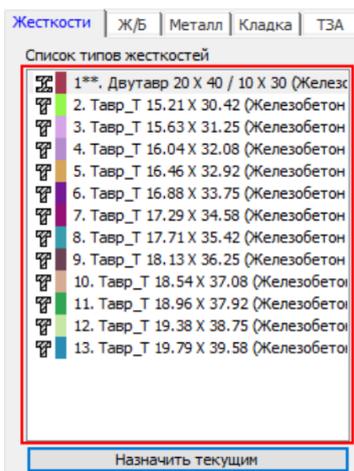
Проверка модели в версиях 2021(слева) и 2022(справа)

- 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 САФИР.



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 сохраняют свои параметры. В другом случае, после импорта стержень разбивается на части с нарастающей жесткостью.

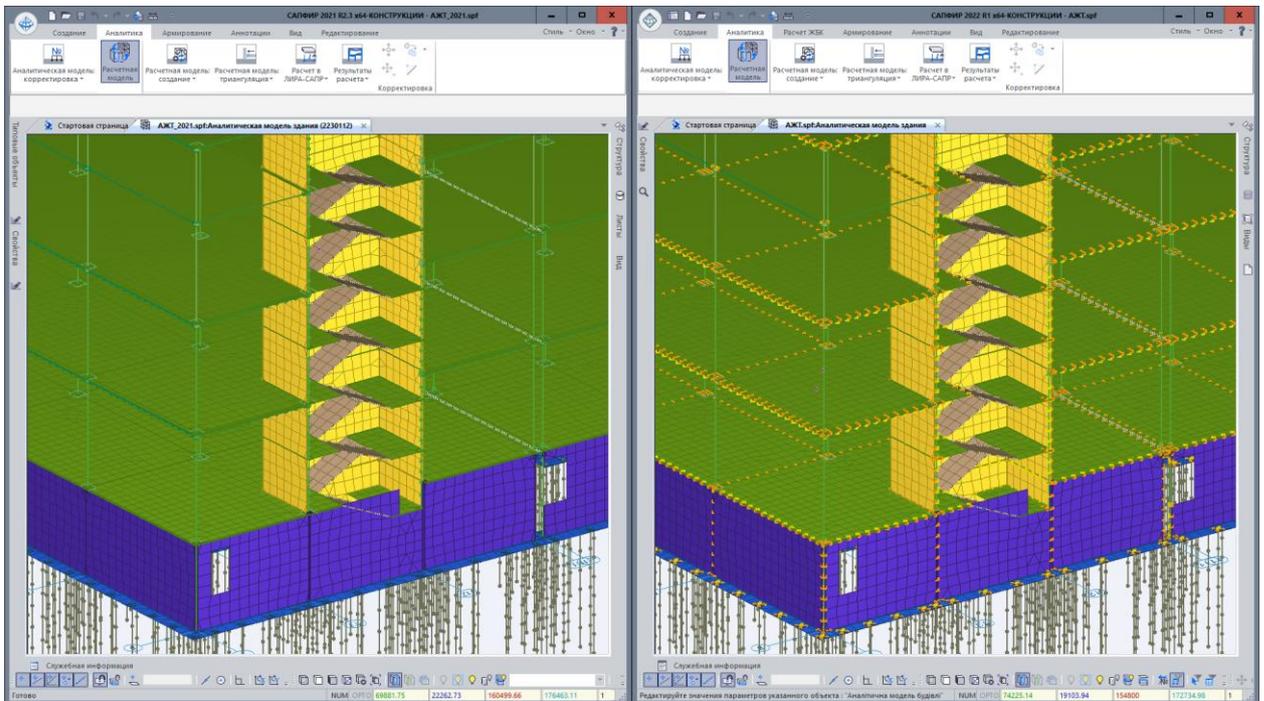


Стержень переменного сечения после импорта в ЛИРА-САПР

- 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.

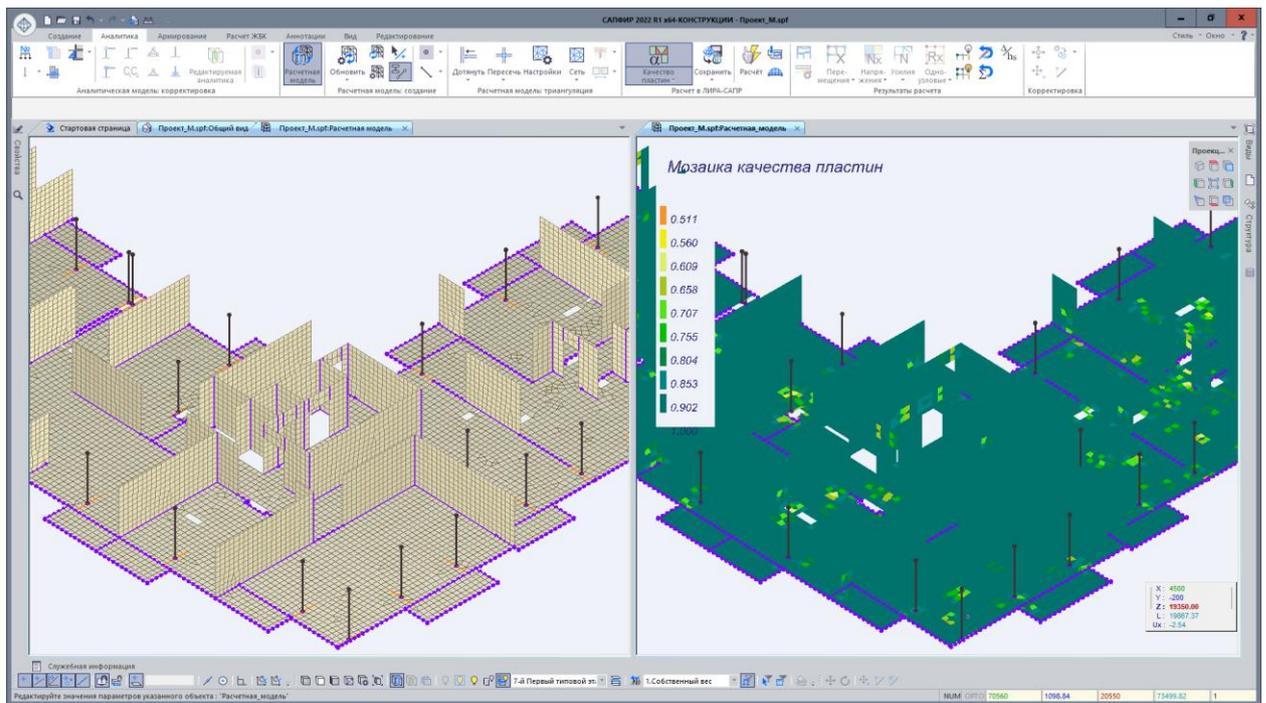
Разделение стен колонной и формирование АЖТ между ними

- 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.

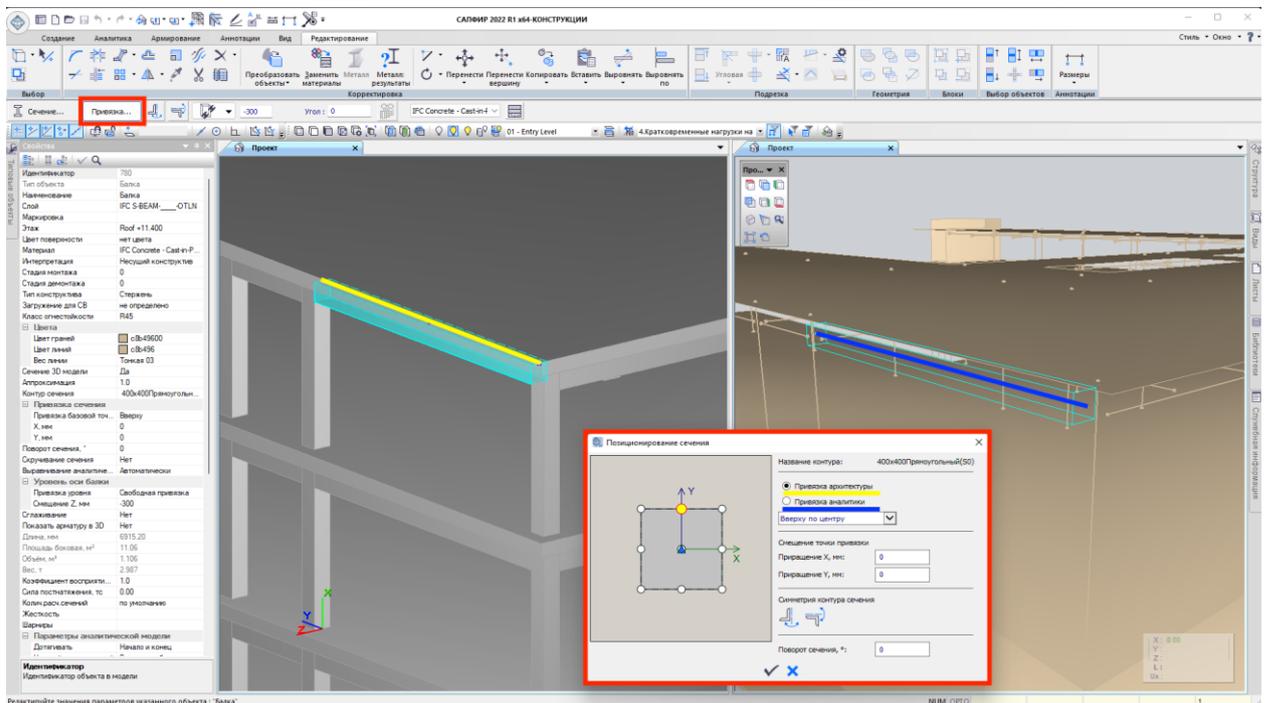
Выравнивание

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

Выделение горизонтальной сетью

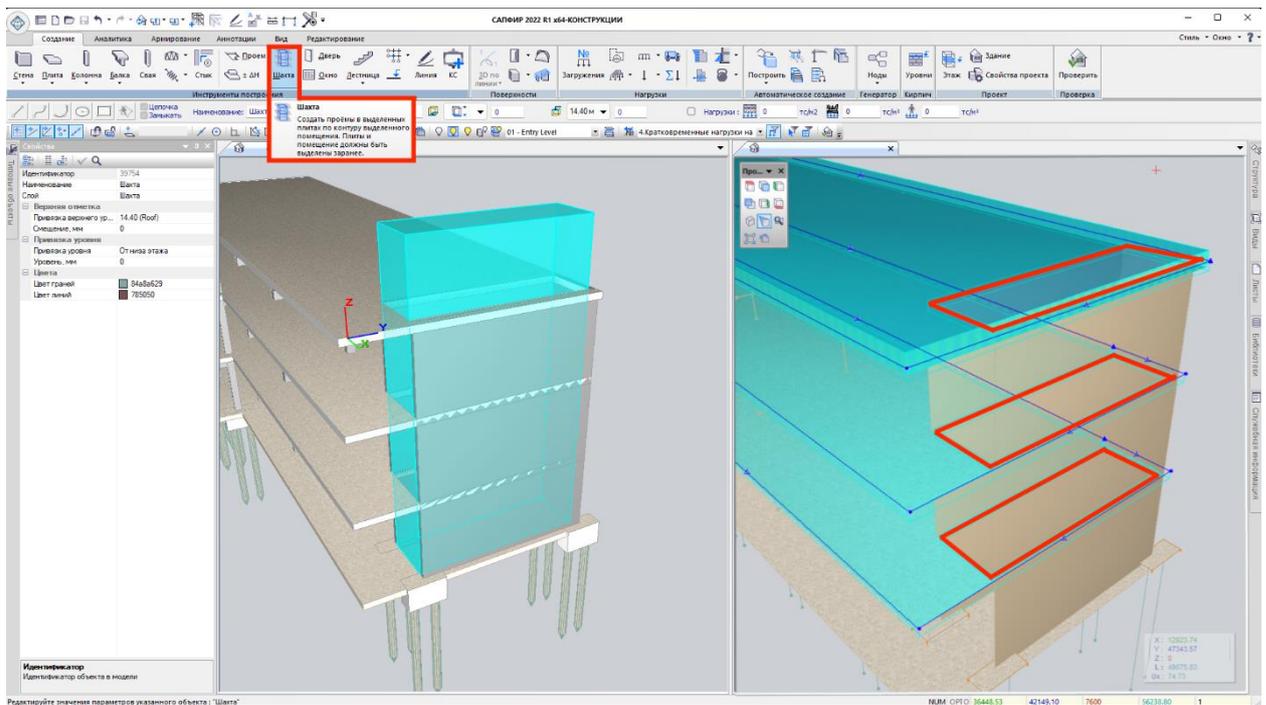
- В свойства проекта добавлены допуски для аналитических моделей объектов:

- 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.



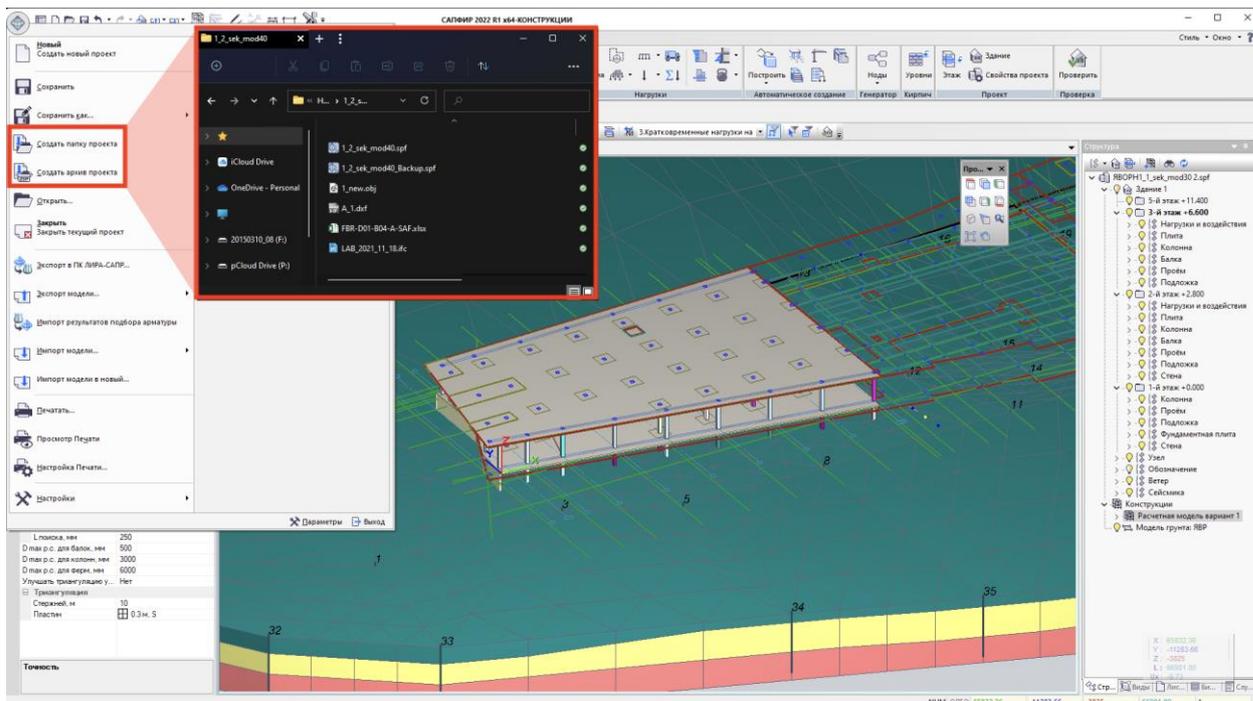
Настройка привязки физической и аналитической модели в балке

- 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.



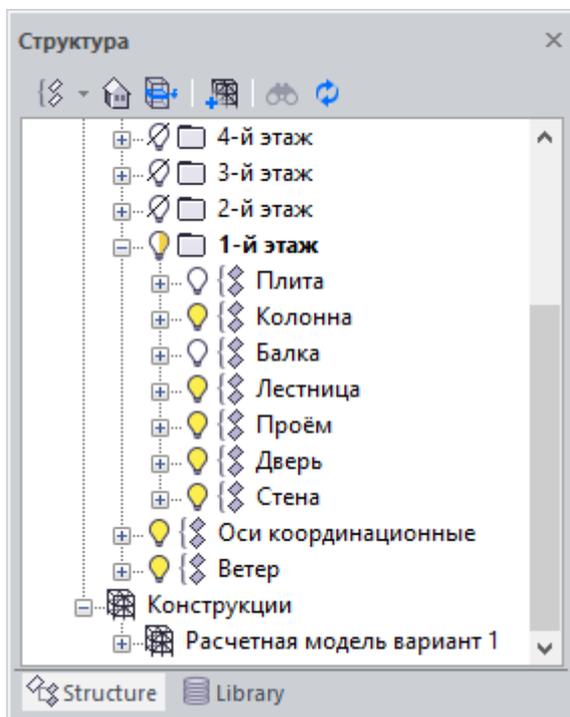
Обновленный инструмент Шахта с возможностью динамически создавать проем в плитах

- 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";
 - 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.

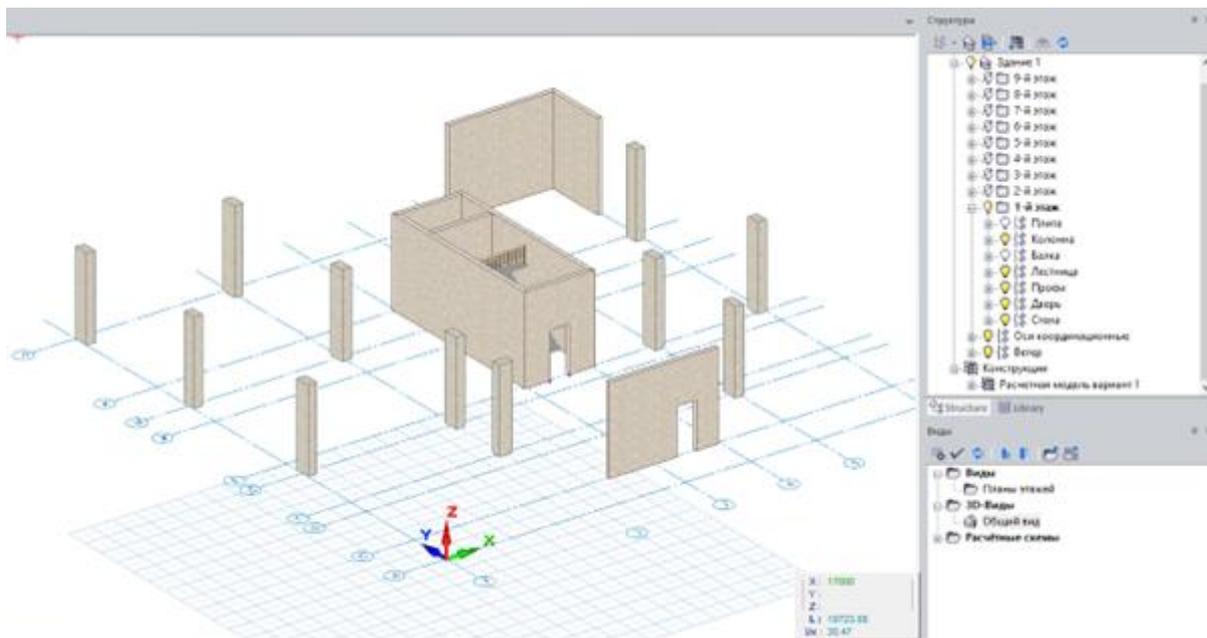


Сохранение файла САПФИР со всеми файлами, которые с ним связаны; создание архива проекта

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

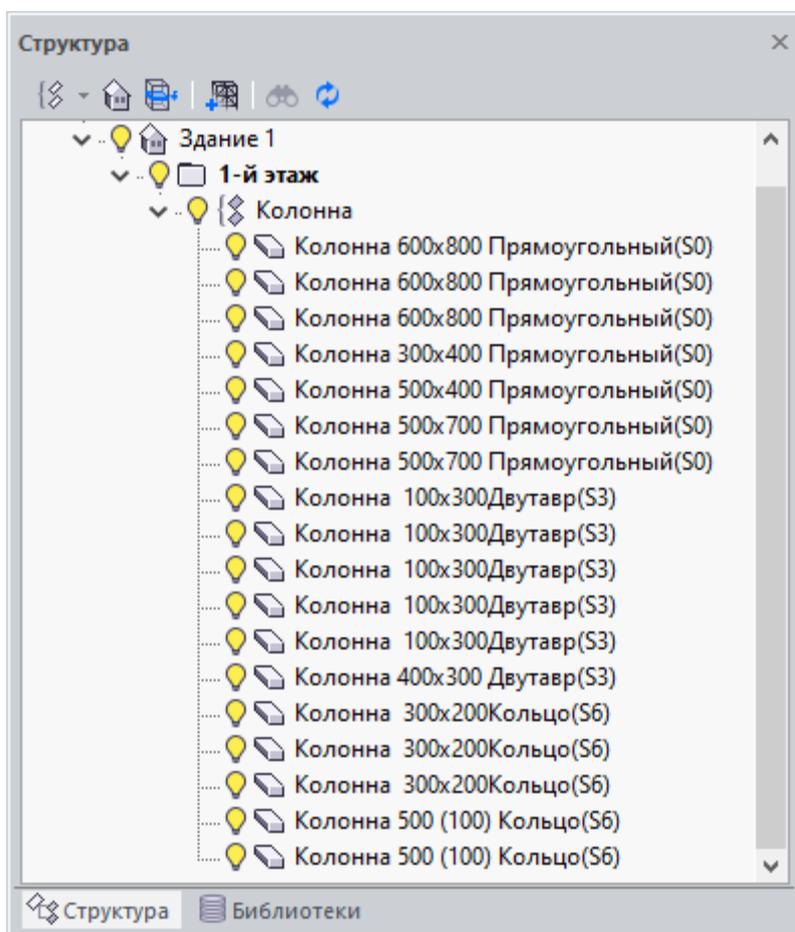


Видимость объектов в диалоговом окне Структура



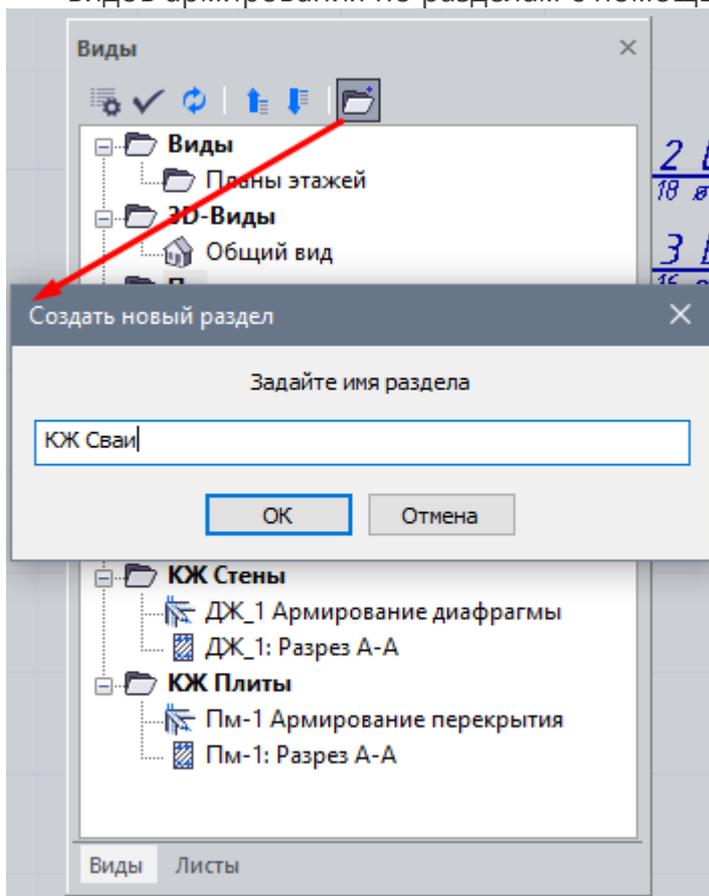
Работа с видимостью объектов

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



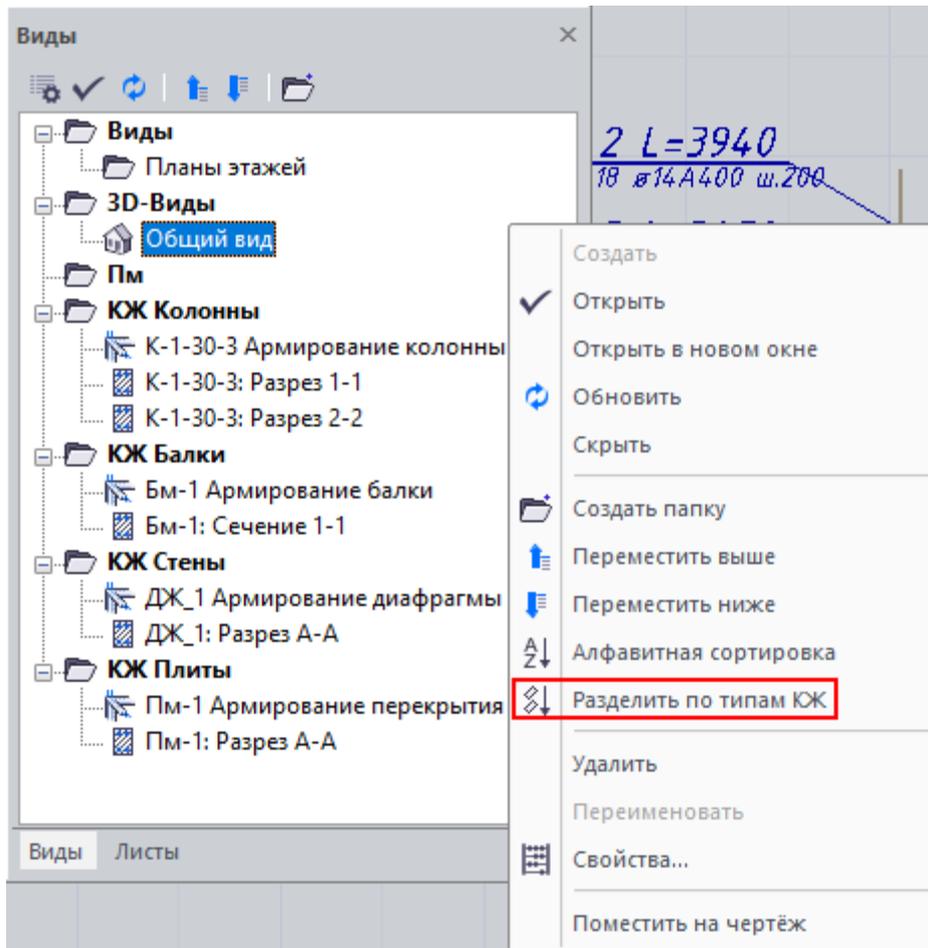
Сортировка объектов по сечению

- В панели Виды произошли некоторые изменения и улучшения, а именно:
 - виды армирования после создания попадают в новый раздел КЖ;
 - 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";



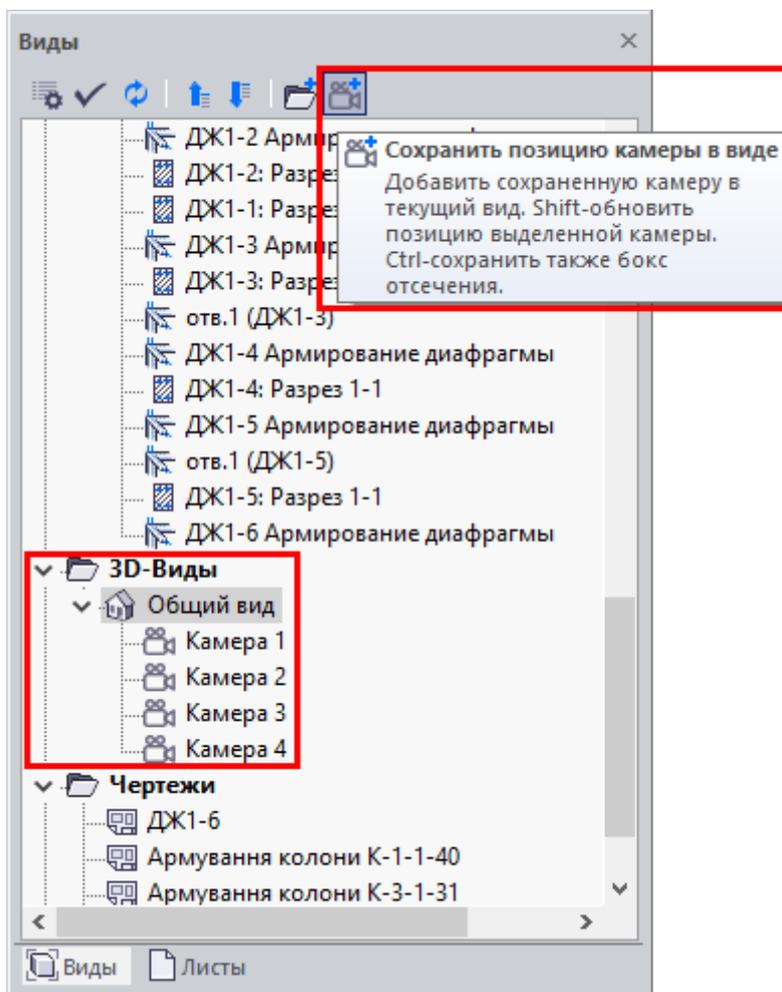
Создание нового раздела (папки)

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



Разделение по типам КЖ

- добавлена возможность сохранения позиции камеры;



Сохранение позиции камеры вида

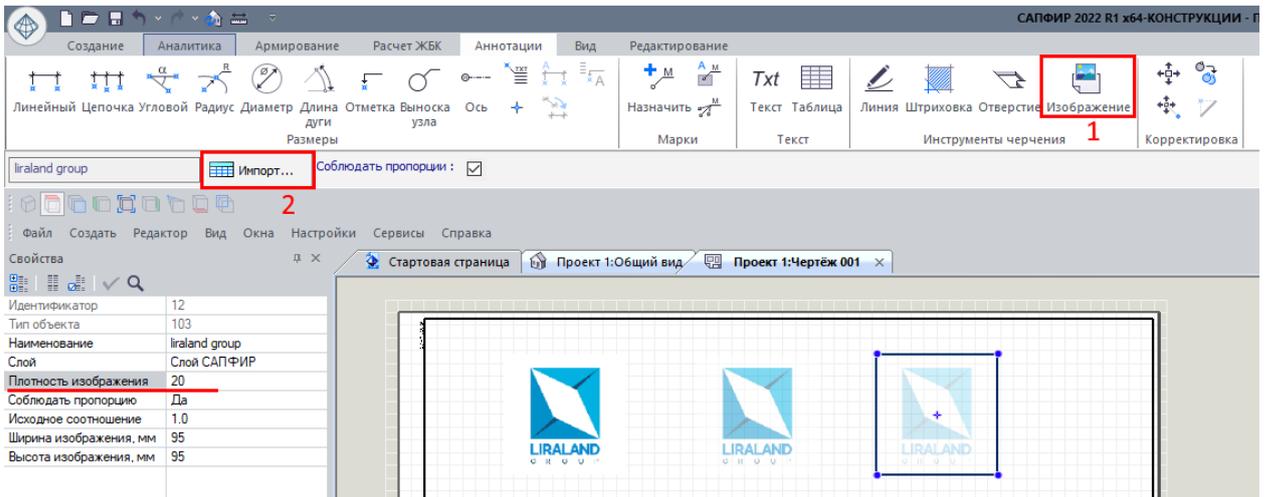
- групповое выделение с последующим перемещением или удалением видов.

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

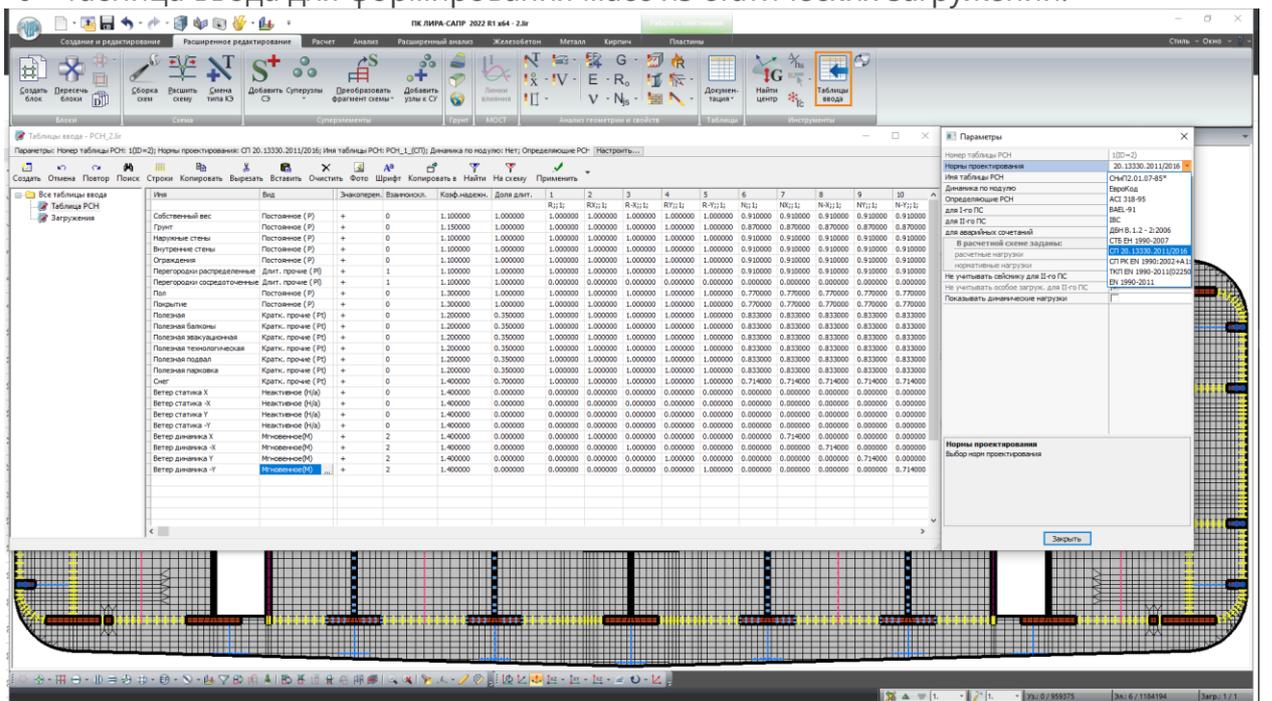
- В версии САПФИР 2022 была реализована возможность поместить на лист чертежа произвольное изображение, импортируемое из файлов популярных растровых форматов (PNG, JPEG, BMP). После импорта рисунка есть возможность изменять его плотность, размер, пропорцию сторон.



Добавление растрового изображения на чертеж

ВИЗОР-САПР

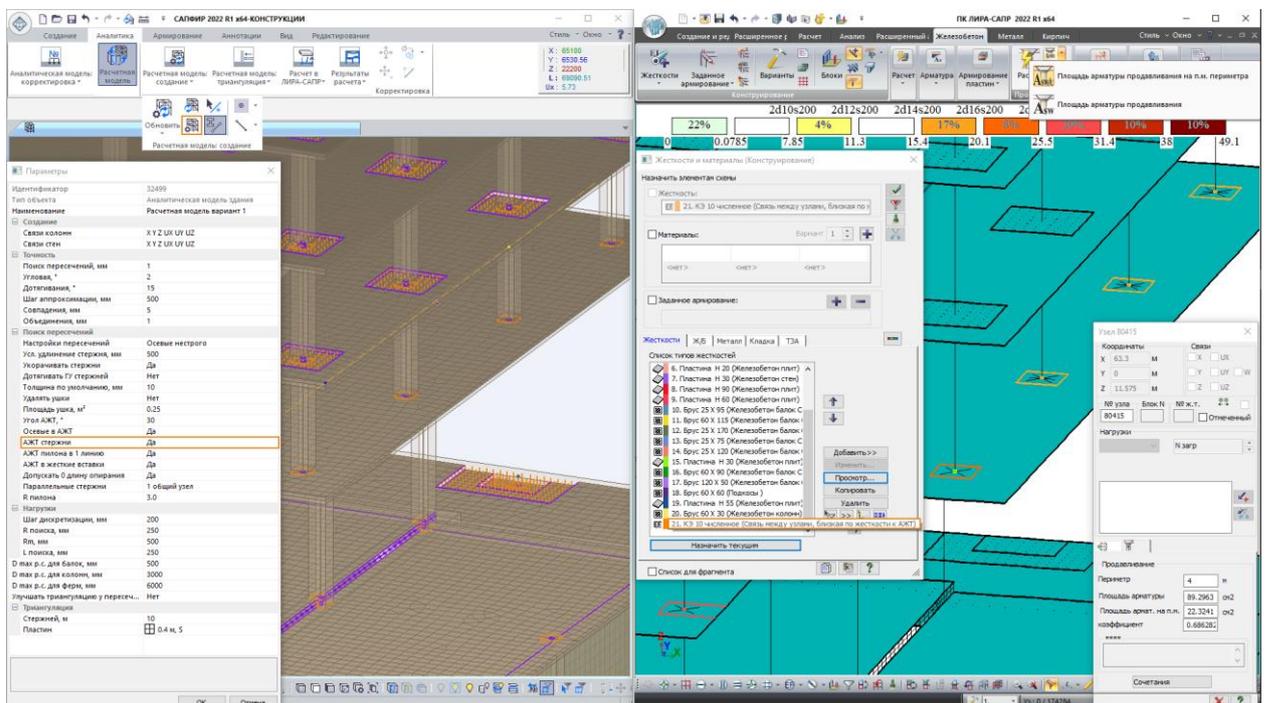
- Добавлены новые таблицы ввода:
 - таблицы ввода загружений и расчетных сочетаний нагружений для норм СНИП 2.01.07-85*, ЕвроКод, АС1 318-95 (США), BAEL-91 (Франция), IBC-2000 (США), ДБН В.1.2-2:2006 (Украина), СТБ EN 1990-2007 (Беларусь), СП 20.13330.2011/2016 (РФ), СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 (Казахстан), ТКП EN 1990-2011*(02250) (Беларусь), EN 1990-2011;
 - таблица ввода с возможностью задания и прямой корректировки усилий в стержнях текущей задачи;
 - таблица ввода для формирования масс из статических загружений.



Таблицы ввода РСН

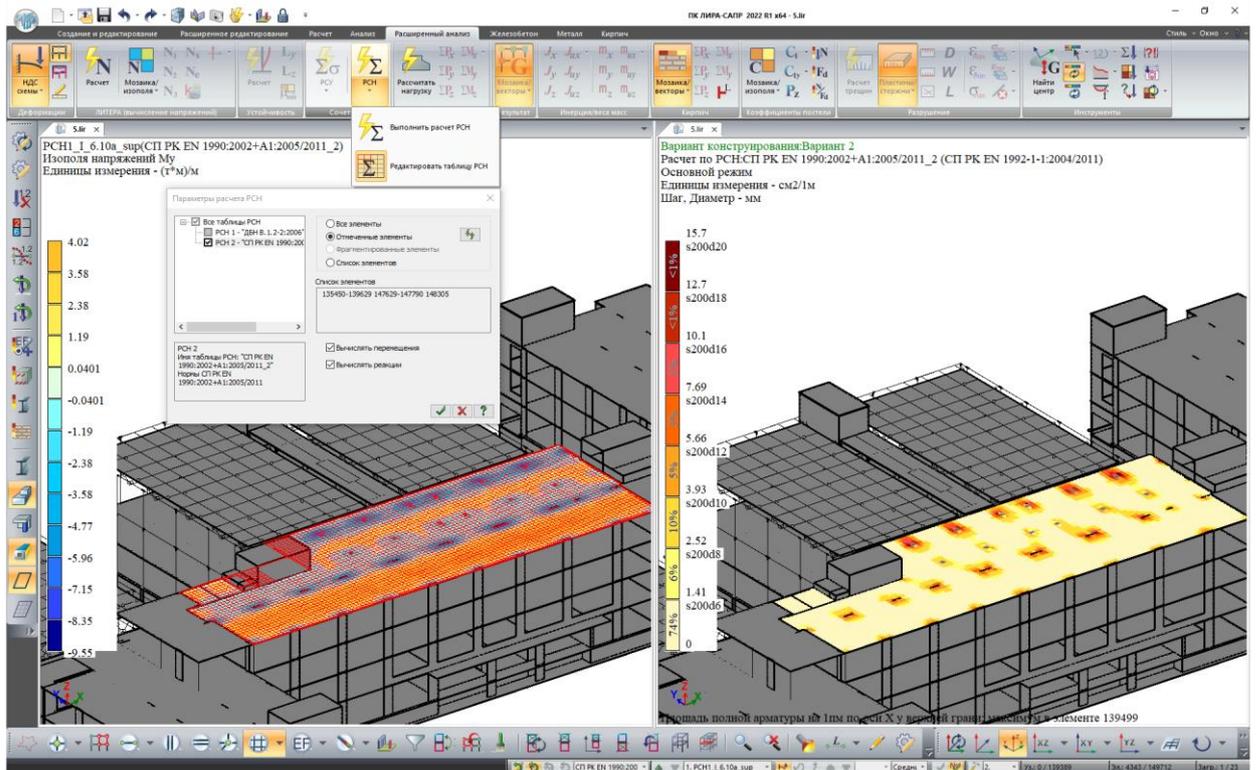
Использование таблиц ввода делает ввод данных более прозрачным и облегчает передачу данных между расчетными схемами. Таблица ввода усилий позволяет откорректировать усилия перед вычислением их комбинаций.

- 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 «плита-колонна» при нагреве, когда плита и стержни большой жесткости прогреваются совместно.



Учет «тела» колонны стержнями большой жесткости (СБЖ)

- Появилась возможность вычислять комбинации нагрузок 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.



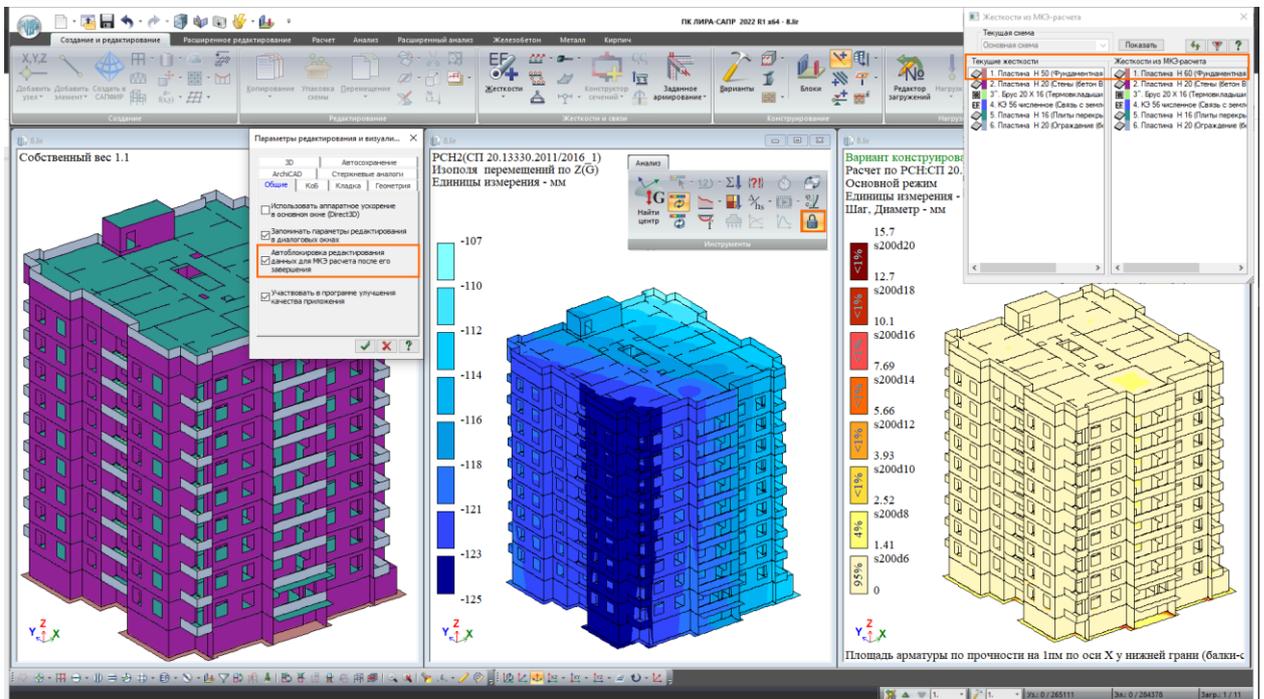
Результаты расчета РСН и подбора армирования для отмеченных элементов расчетной схемы

- 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).

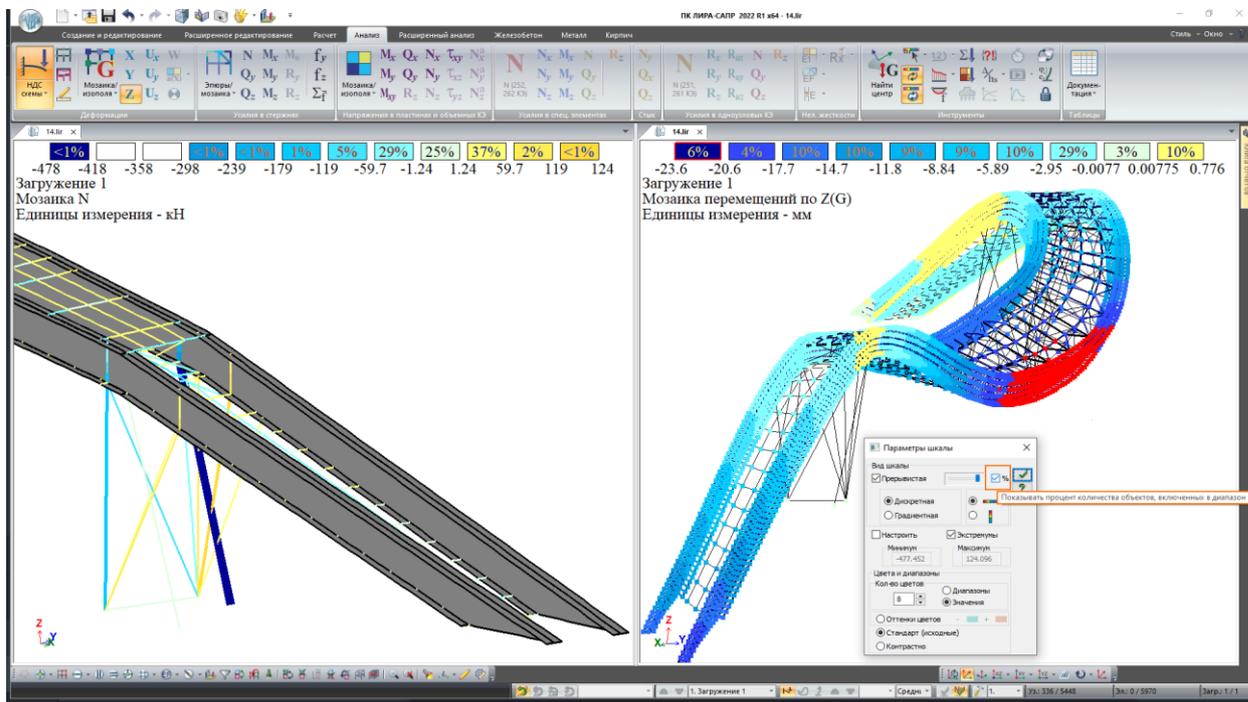
Также после статического и динамического расчета схемы для выполнения конструктивного расчета можно выполнить корректировку жесткостей. Для режима Железобетонные и Армокаменные конструкции изменения могут касаться только габаритов сечения, т.е. изменения размеров сечения. Для режима Стальные конструкции – 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.

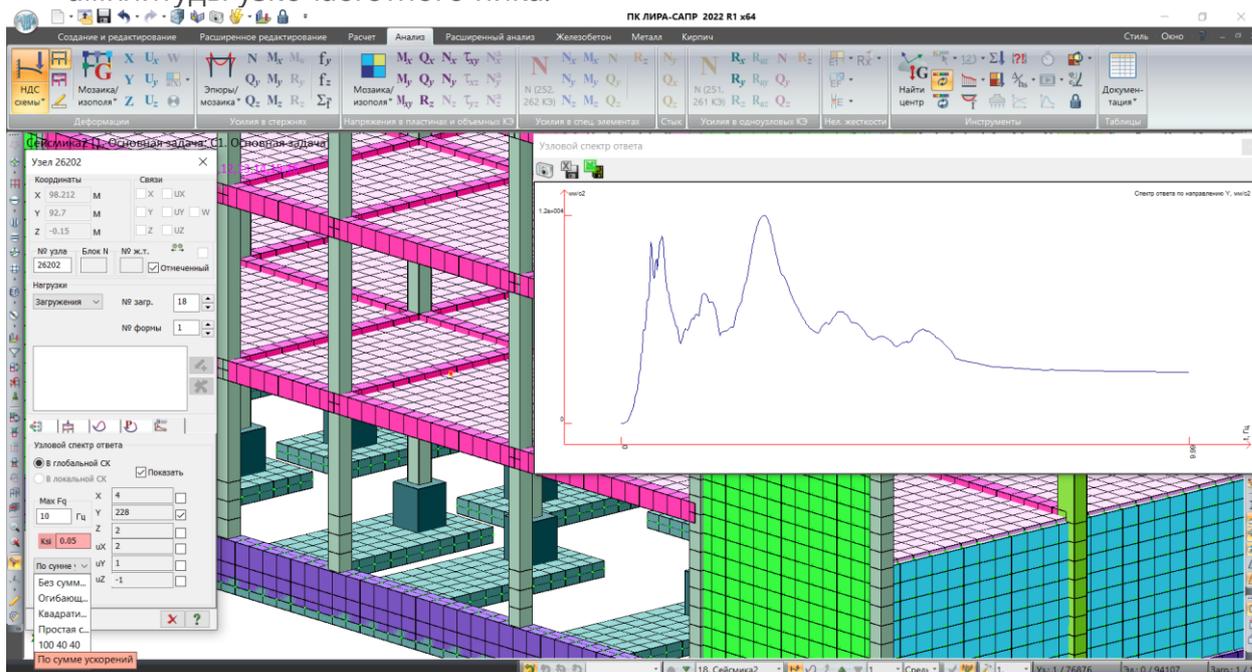
- Добавлена новая опция визуализации шкалы мозаик, при включении которой выводится количество объектов в процентном соотношении, входящих в каждый диапазон.



Шкала с отображением количества объектов включенных в диапазон в процентах

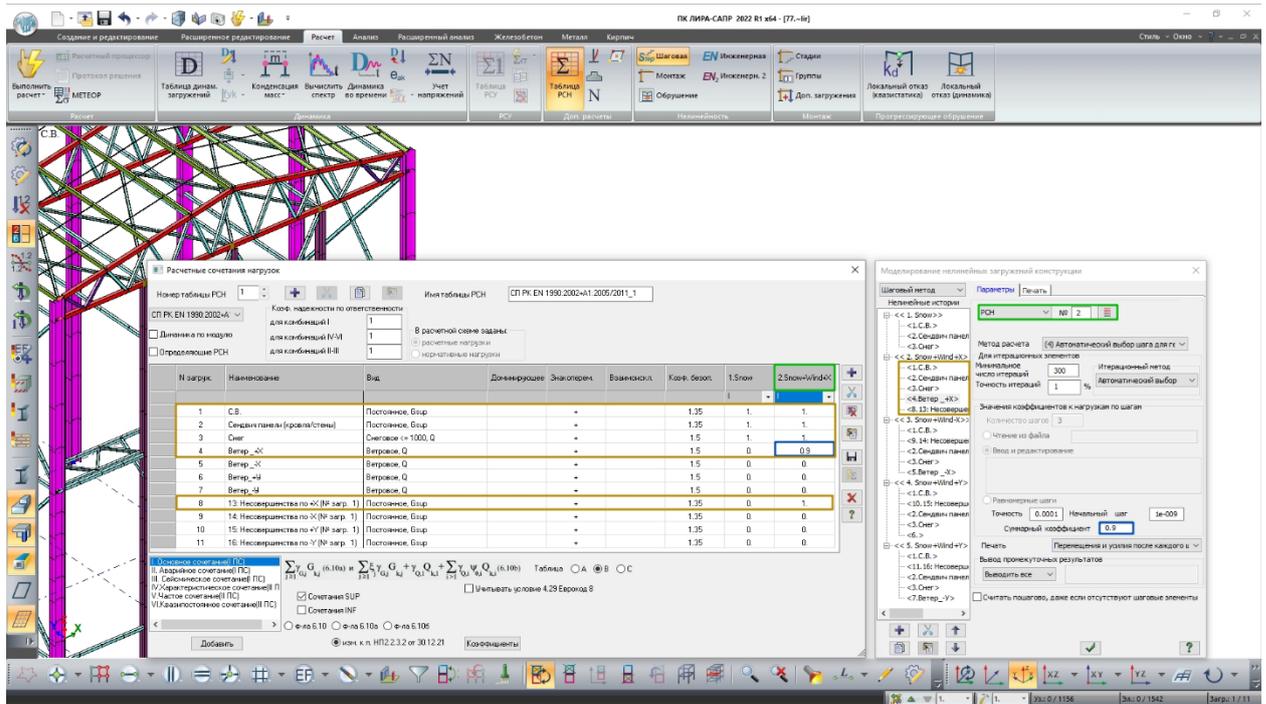
- Реализовано отображение изменений реакции в узлах во времени при включенной анимации результатов расчета "Динамики во времени".
- Реализована возможность сохранения графиков кинетической энергии в формате *.csv
- Улучшено задание простых контуров триангуляции:
 - добавлена опция фиксирования координат 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 конечно-элементной 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, велосигramму, 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);
 - добавлен способ суммирования по формам колебаний без учета сдвига фаз;
 - реализовано расширение площадки пика спектр-ответа, а также снижение амплитуды узкочастотного пика.



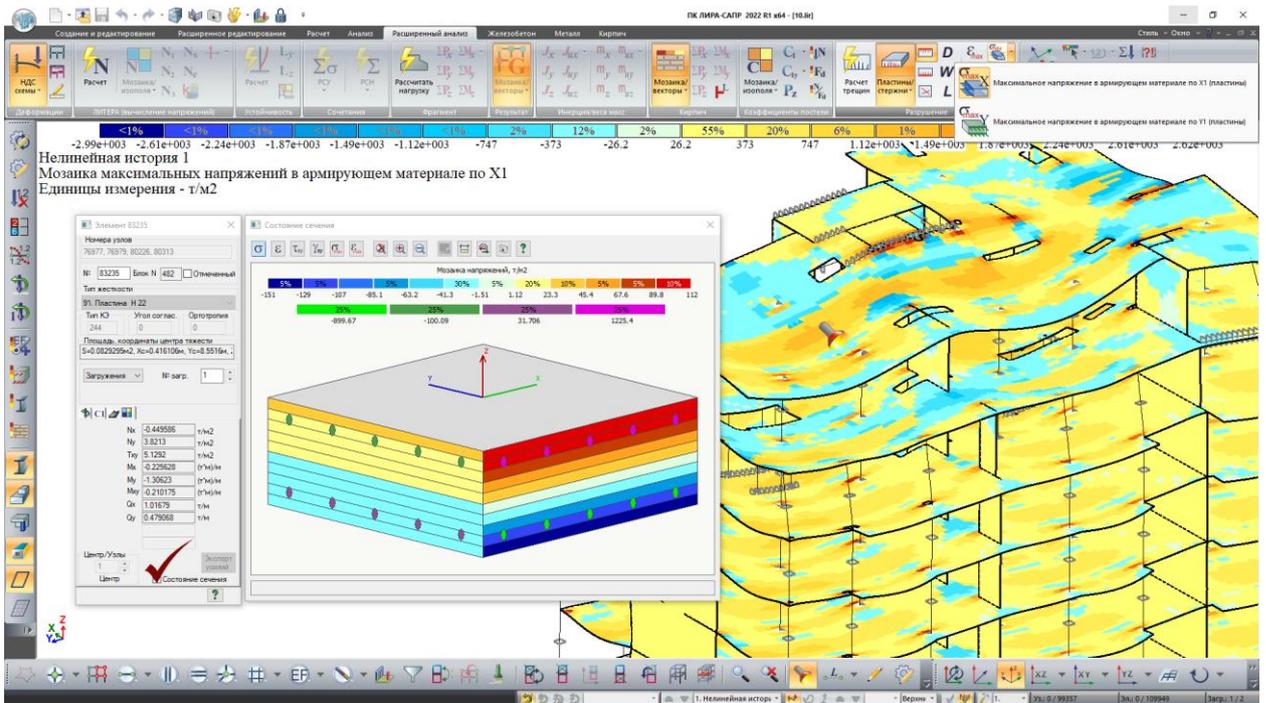
Узловой спектр-ответа

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

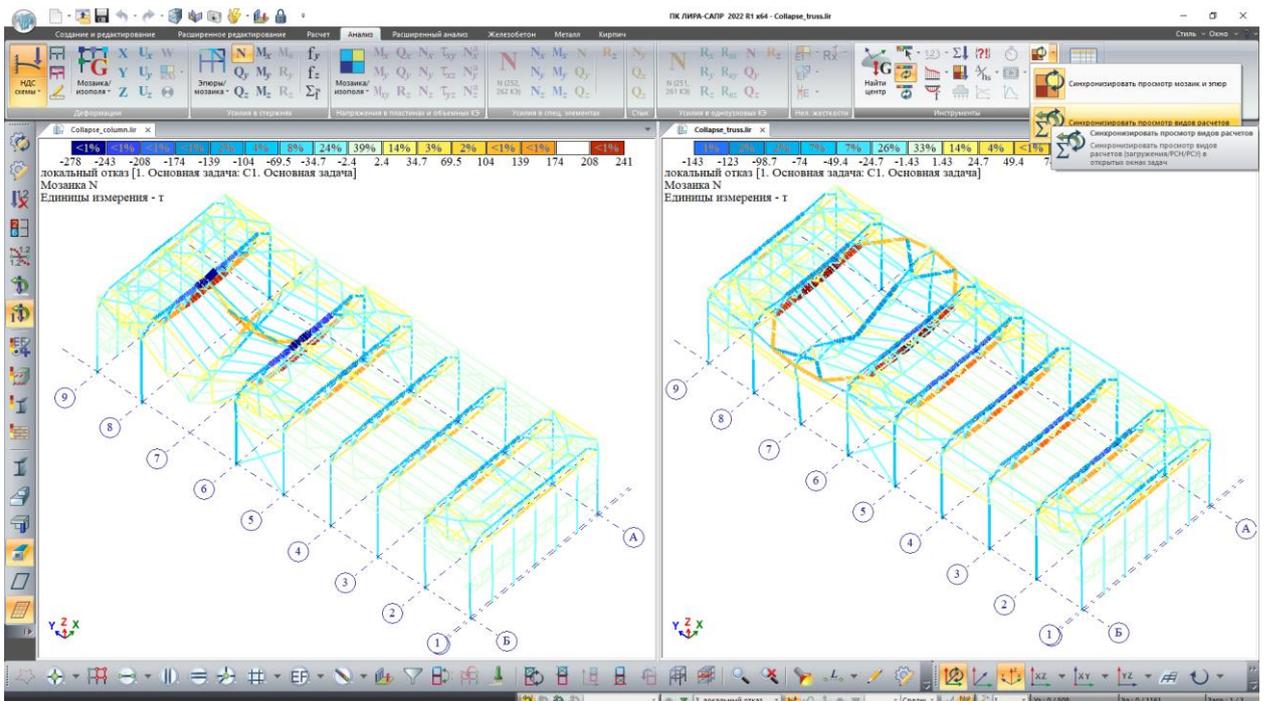


Задание набора нелинейных загрузжений на основе сочетаний РСН

- 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 τ_{xy} в основном материале пластин;
 - мозаика относительных деформаций γ_{xy} в основном материале пластин;
 - мозаика максимального напряжения σ_{max} в основном материале пластин;
 - мозаика относительных деформаций ϵ_{max} в основном материале пластин.

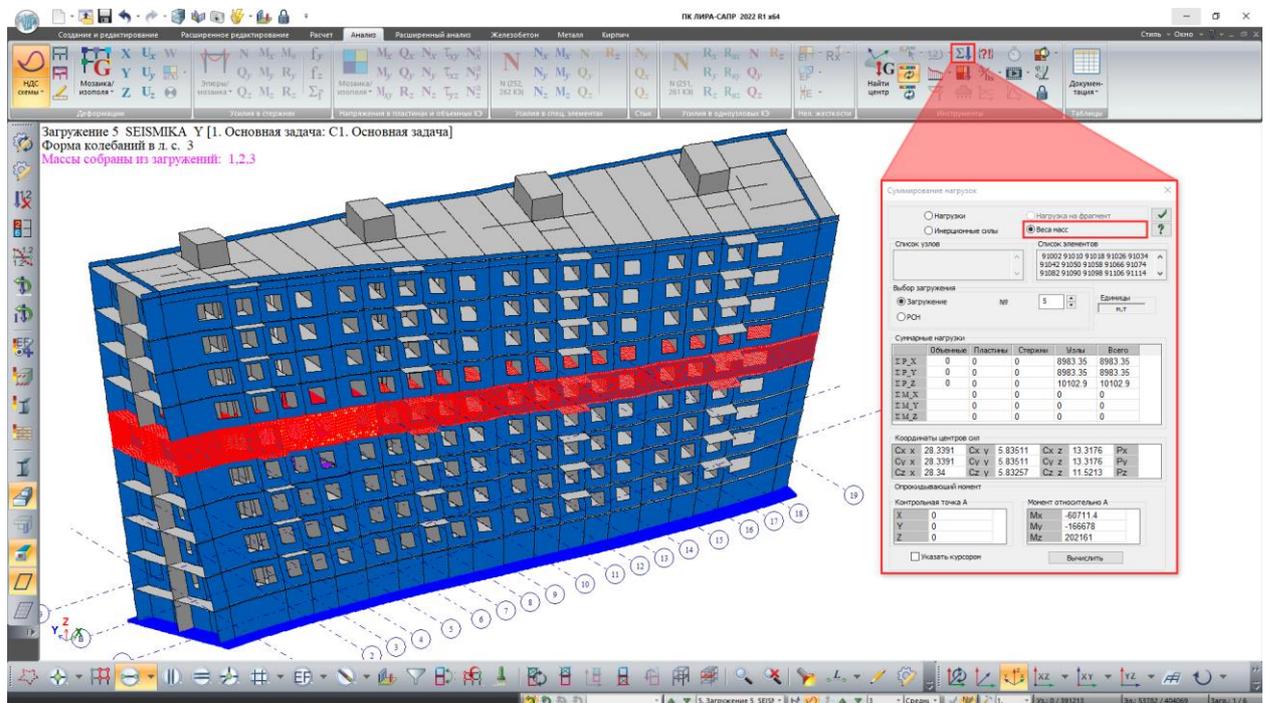


- Добавлена опция для управления режимом синхронизации просмотра видов расчетов в строке состояния: загружений, РСН, РСУ, форм (составляющей, периода форм колебаний и потерь устойчивости), слайд для просмотра вычисленных главных и эквивалентных напряжений, промежуточных шагов в нелинейных задачах, шагов 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.



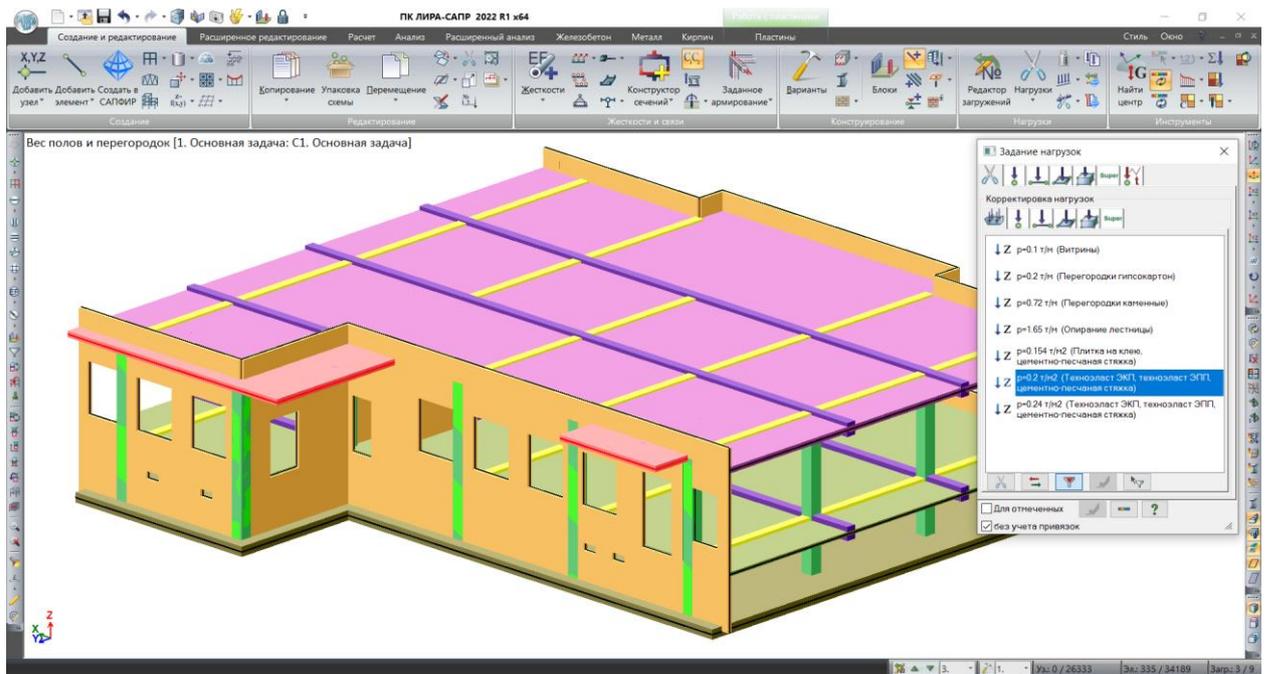
Синхронизация просмотра видов расчета (загружений) в открытых окнах задач

- 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.



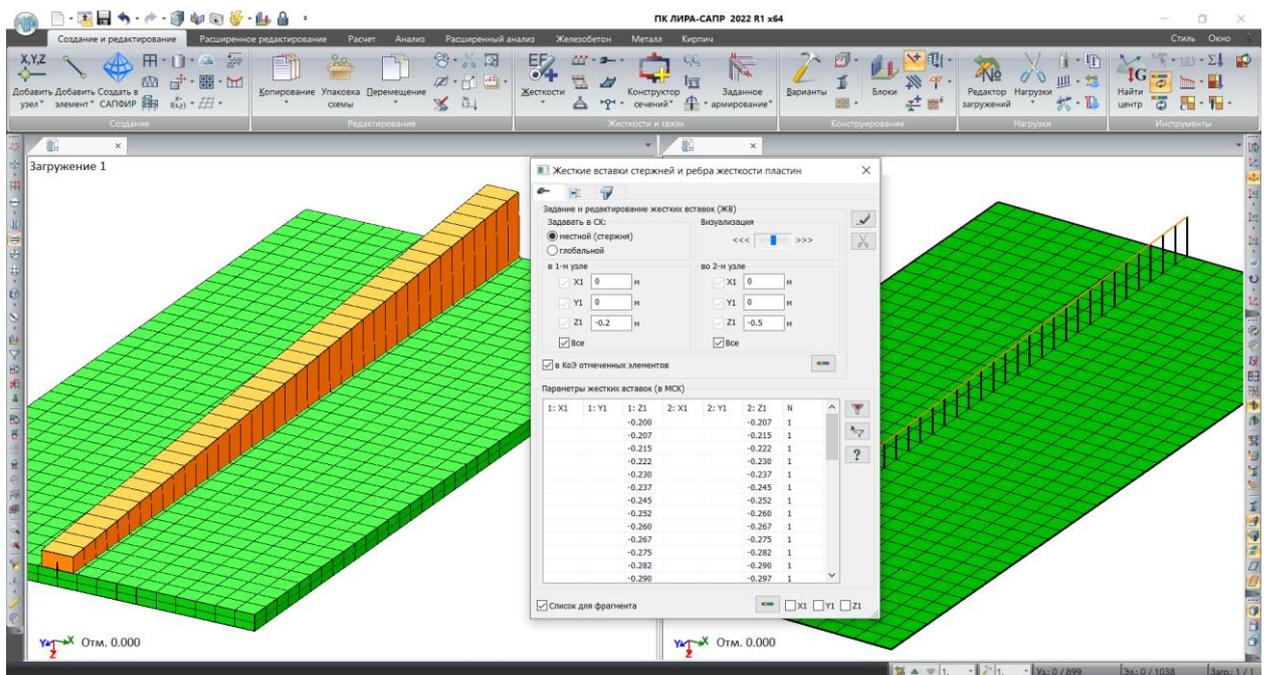
Суммирование весов масс для динамических загрузений

- 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;
 - мозаика коэффициентов неупругого поглощения энергии F_{mu} ;
 - мозаика конденсации масс;
 - 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.



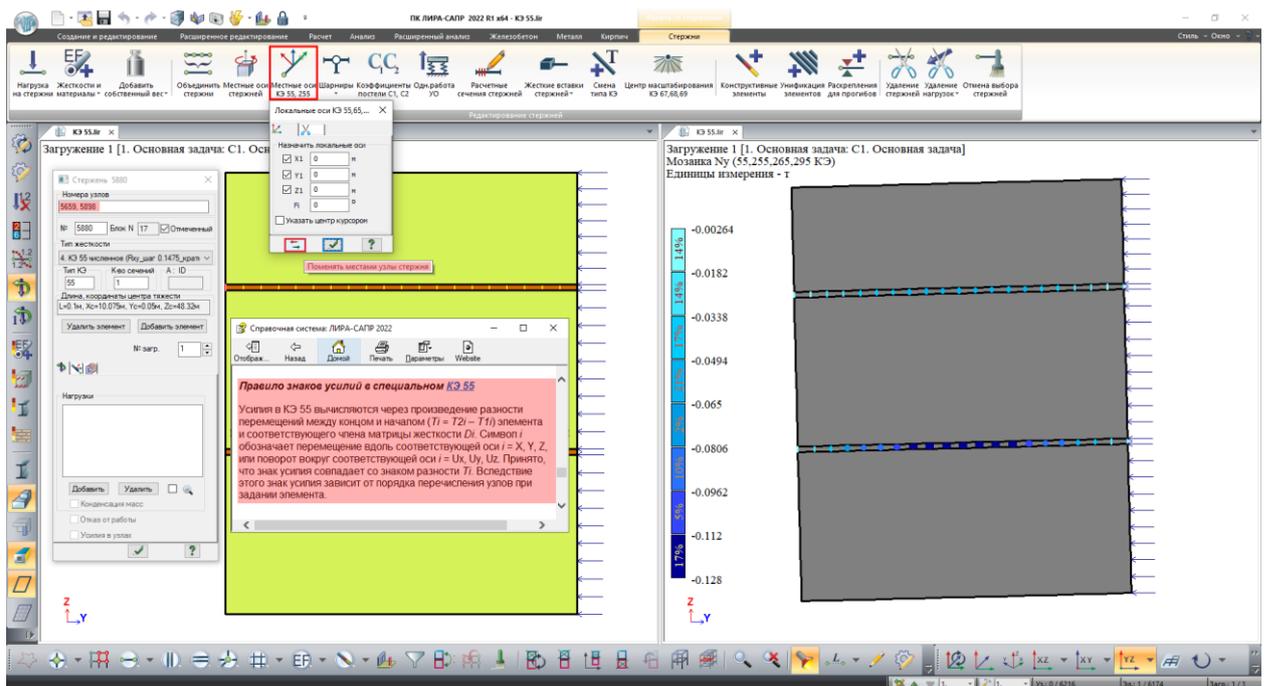
Комментарии к нагрузкам

- 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 X1 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 "МЕТЕОР" реализована возможность добавить файл обобщенной задачи *.t8m в текущий список задач.
- Ускорен вывод огибающих результатов MIN/MAX/ABS по загружениям/РСН/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.



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 загрузений. Набор загрузений, 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 P_z , $C1$, $C2$, $C1z$, $C2z$, $C1y$, $C2y$. Уникальный набор может быть сформирован для каждого загрузения расчетной модели – статического, динамического, каждой стадии монтажа, каждого загрузения нелинейной истории и т. д. Наличие разных наборов влияет на автоматическое разделение на блоки загрузений. Загрузения (статические и динамические), которые могут быть рассчитаны на одной матрице жесткости, объединяются в единый блок загрузений. Еще один критерий разделения на блоки — это наличие/отсутствие заданных перемещений в загрузениях. Т.е. если в одном загрузении в каком-то узле по какому-то направлению задано перемещение, а в каком-то другом загрузении в этом же узле в этом же направлении перемещение не задано, и связь по этому направлению не задана, то эти загрузения 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 загрузения, входящие в РСН, принадлежат одной подзадаче.

Из неочевидного:

- в динамике во времени используется набор, который задан для загрузений с динамическими нагрузками (загрузения предыстории могут иметь свои наборы);
- в расчете PushOver используется набор, который задан для загрузения с инерционными силами;

- в расчете ползучести используется набор, который задан для последнего загрузки нелинейной истории.

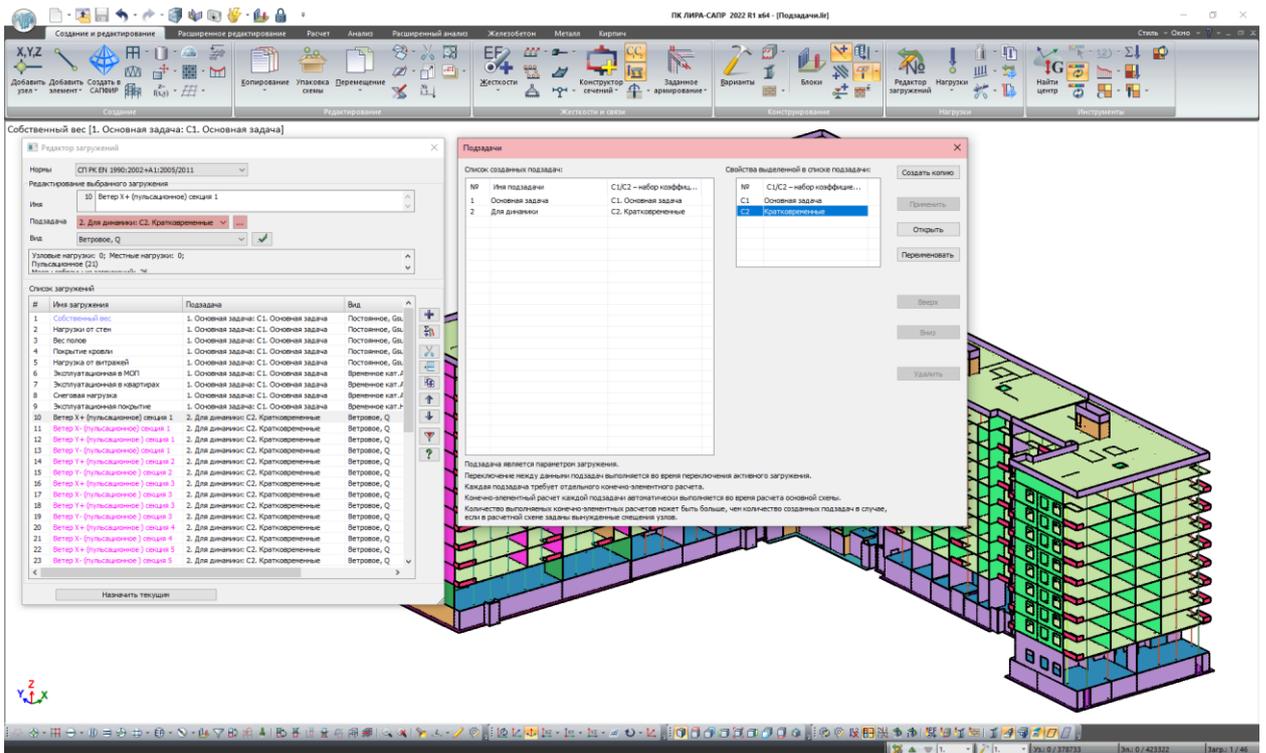
Создание подзадач и привязка их к соответствующим загрузкам выполняется через диалоговое окно "Редактор загрузок".

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 загрузок" в 2021 версии. При отсутствии подзадач все загрузки относятся к основной задаче.

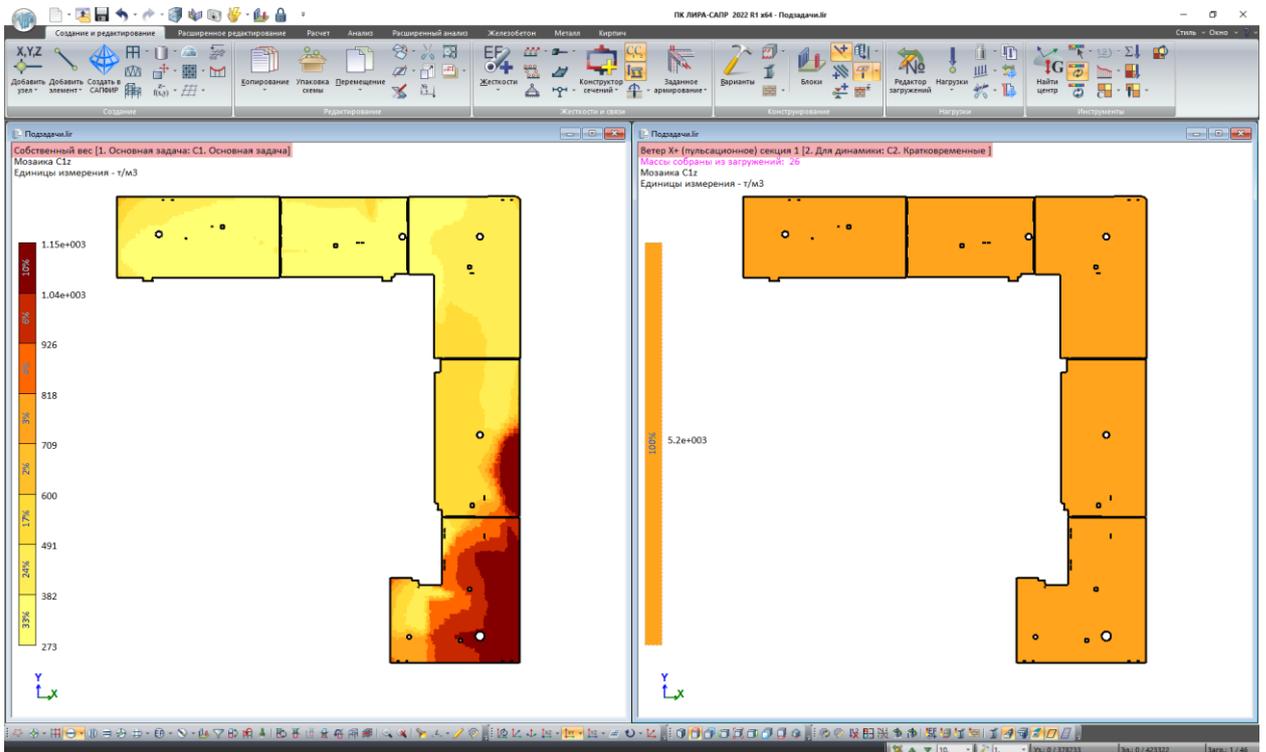
Нажатие на кнопку [...] открывает окно "Подзадачи" (см. Рисунок - Создание наборов свойств для подзадач). В этом окне можно создать произвольное количество подзадач. Основную задачу нельзя удалить из списка подзадач. После этого можно каждое загрузку включить в определенную подзадачу.

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

В параметрах таблиц ввода "C1C2 Пластины", "C1C2 Стержни" и "C1C2 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.



Создание наборов свойств для подзадач



Наборы коэффициентов упругого основания для разных загружений

Собственный вес [1. Основная задача: С1. Основная задача]

КСЗ	С1z, т/м3	С2z, т/м	Рz, т/м2	NRz
20027	120.0993	5617.7144	16.80403	2
20028	297.8779	6189.1426	13.66607	2
20029	307.41656	5290.4482	15.91896	2
20030	306.3403	5216.9731	15.8357	2
20031	310.30896	5224.9878	16.02837	2
20032	327.56131	4875.2417	16.91335	2
20033	309.45779	5246.8909	15.87969	2
20034	309.96146	5225.5757	15.9065	2
20035	309.36694	5249.0654	15.86526	2
20036	310.01395	5234.4666	15.90175	2
20037	295.29349	5362.9646	15.0324	2
20038	319.59611	5024.4022	16.47017	2
20039	278.70712	6044.21	13.83798	2
20040	295.16583	5587.0376	14.97631	2
20041	312.13293	5187.376	16.00378	2
20042	313.51193	5156.689	16.10227	2
20043	307.41858	5293.0581	15.69518	2
20044	315.94068	5112.9196	16.26263	2
20045	311.78632	5195.1826	15.97772	2
20046	292.24838	5663.4196	14.71839	2
20047	320.44073	4818.3877	17.02973	2
20048	312.13934	5187.3379	16.0011	2
20049	273.11289	6215.4136	13.72441	2
20050	273.27478	6120.2871	13.64659	2
20051	296.53857	5551.6743	15.03468	2
20052	324.25986	4926.7573	16.70028	2
20053	295.89798	5568.6533	14.98344	2
20054	296.81196	5544.1133	15.06513	2
20055	309.14069	5254.1543	15.77283	2
20056	312.42012	4779.6733	17.1342	2
20057	312.79728	5173.0728	16.11807	2
20058	282.8035	5923.46	14.04182	2
20059	283.25632	5637.1802	14.75938	2
20060	296.31028	6557.667	13.02948	2
20061	314.88126	5127.5762	16.12592	2
20062	313.96584	5147.7051	16.06568	2
20063	314.40021	5138.5183	16.09992	2
20064	297.82367	5519.3608	15.08252	2
20065	299.13253	5485.814	15.18365	2
20066	374.96539	4199.8609	18.40733	2
20067	285.93753	5833.4668	14.23697	2
20068	179.686	6004.9147	14.48777	2

Параметры

Исключить пустые строки

Набор С1/С2 подзадачи: С1. Основная задача

Набор С1/С2 подзадачи: Номер и тип набора С1/С2 подзадачи. Подзадача является параметром загрузки

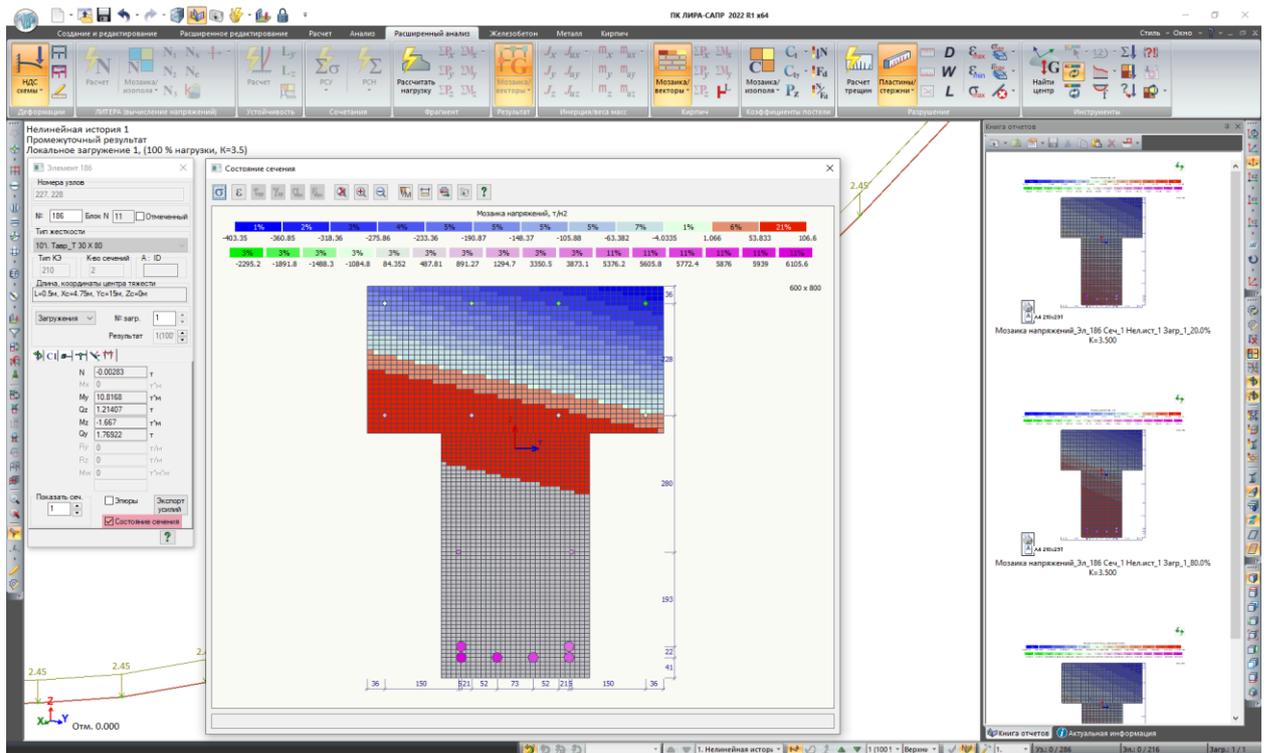
Редактирование набора коэффициентов упругого основания с помощью "Таблицы ввода"

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 загрузках.

МКЭ-процессор

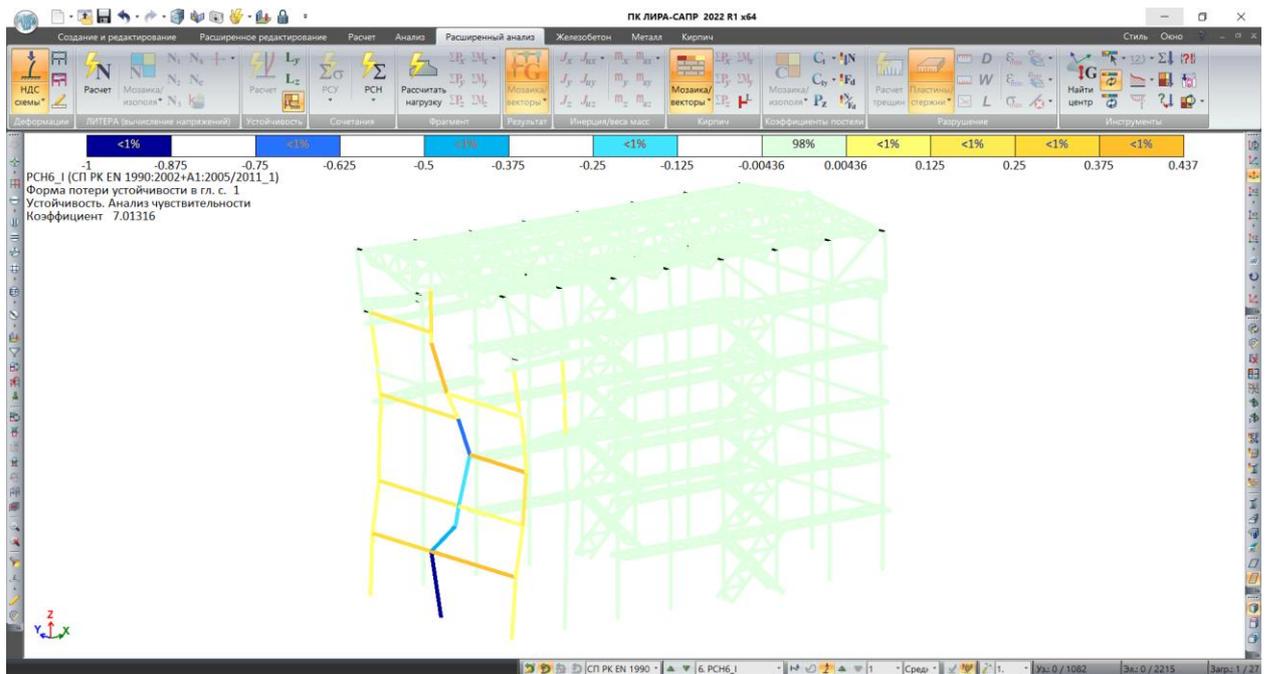
- Добавлено формирование файла с подробной информацией о состоянии материалов (основного и армирующего) в сечениях итерационных физически нелинейных элементов. Данная возможность доступна для стержней всех типов сечений и пластин.



Пример исследования НДС сечения тавровой балки

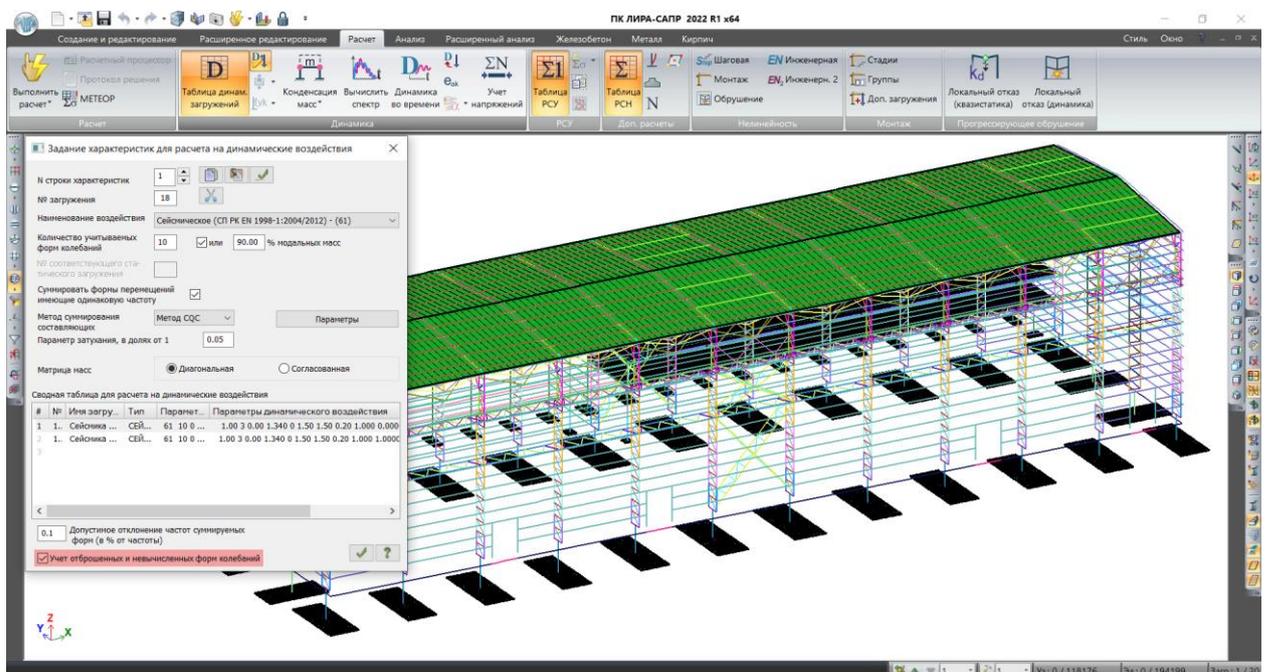
Напомним преимущества использования итерационных КЭ при решении физически нелинейных задач: итерационный элемент не примет на себя усилия выше предела несущей способности; дает возможность учета ветви разгрузки материала по начальному модулю упругости; при разрушении не происходит фиксации накопленных 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 ее устойчивости. Коэффициент чувствительности для удерживающих элементов > 0 , а у толкающих < 0 .



Пример расчета устойчивости, мозаика коэффициентов чувствительности

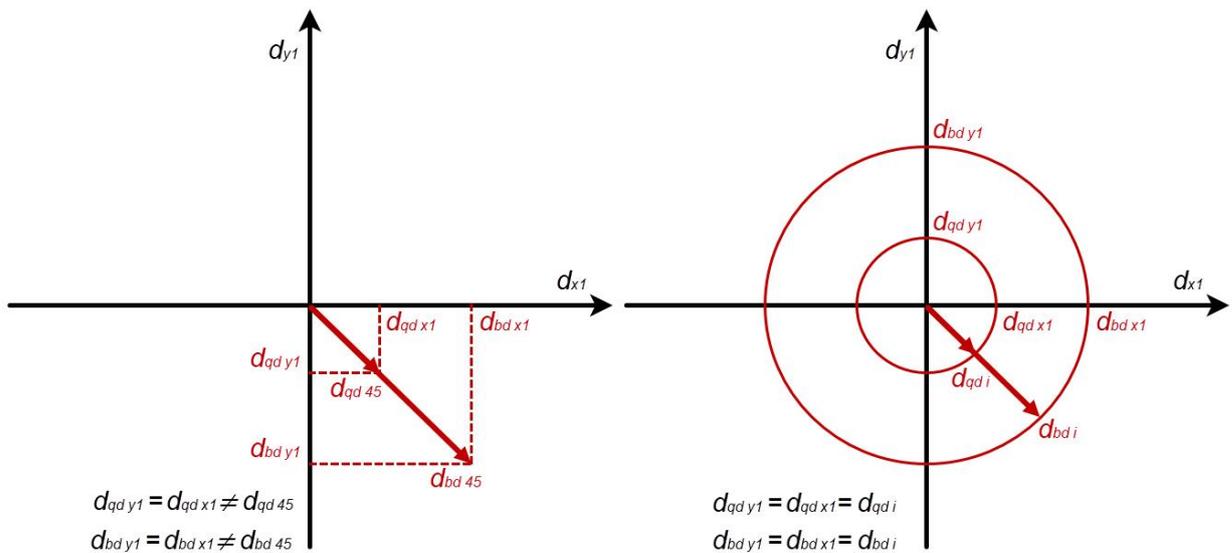
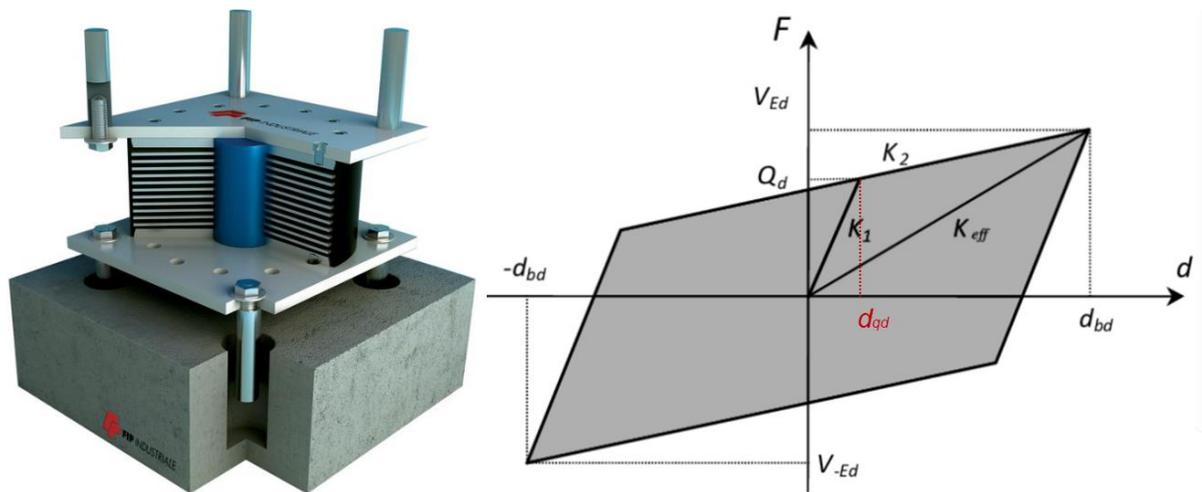
- При расчёте на сейсмическое воздействие с применением линейно-спектрального метода реализован учет отброшенных и невычисленных форм колебаний по методике, которую используют в расчетах сооружений АЭС. Соответствующая настройка расчета становится доступной при задании данных в диалоговом окне "Задание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



Учет отброшенных и невычисленных форм колебаний

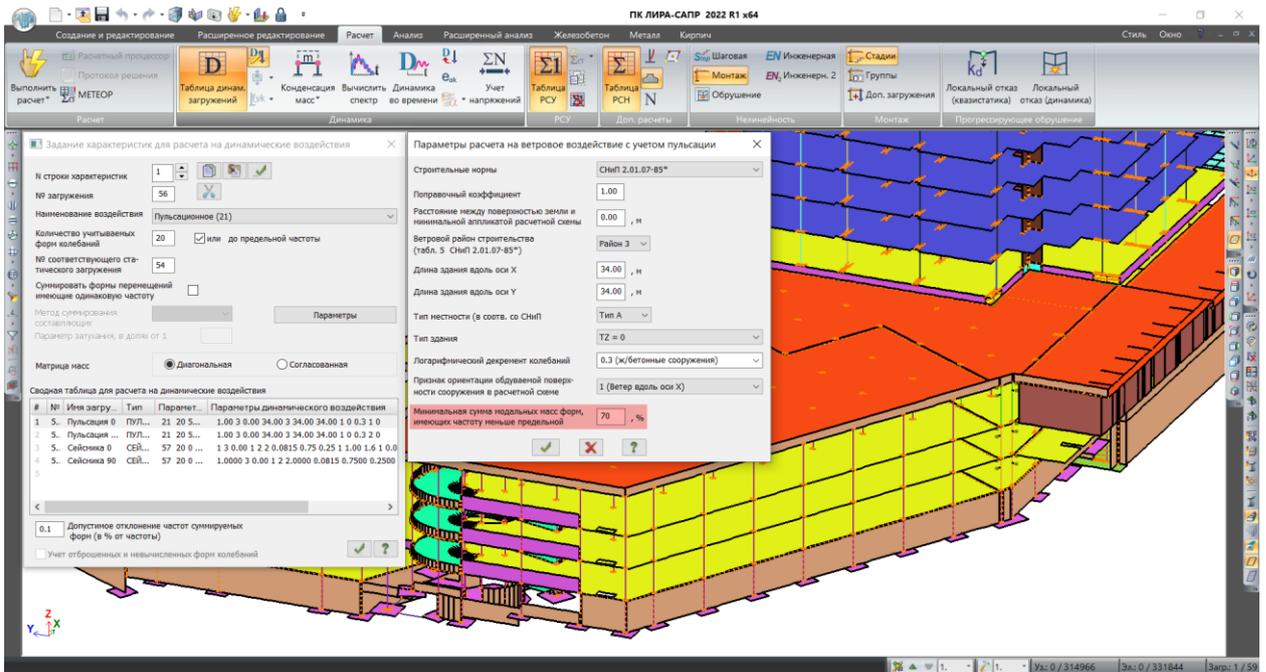
При использовании соответствующей настройки для сейсмических нагрузок вычисляются инерционные нагрузки и нагрузочные эффекты (перемещения, усилия, узловые реакции и т.д.) от отброшенных и невычисленных форм колебаний — дополнительная составляющая (форма) колебаний. Для однокомпонентного сейсмического 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 нагружения. 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 (R_2 , 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 X , то X 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 R_x, R_y, R_z , R_{ux}, R_{uy}, R_{uz} . 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 X_1 и Y_1 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

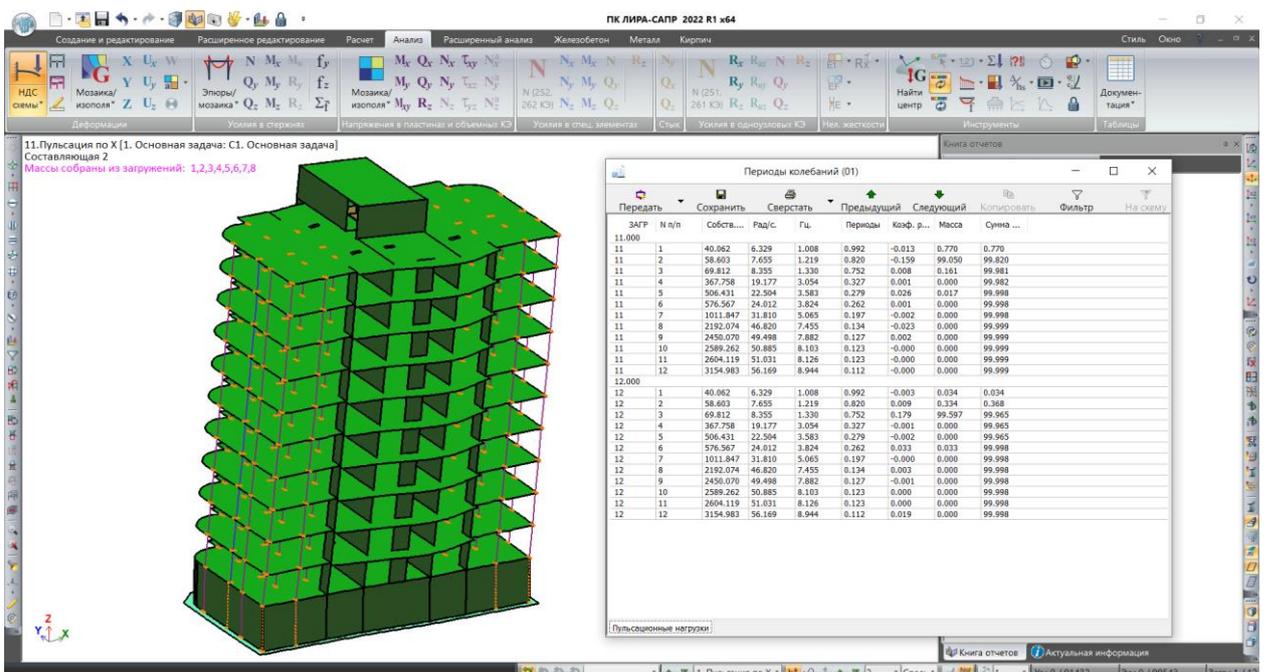
- Решена проблема с расчетом на пульсацию ветра (модуль динамики №21), когда формы, имеющие частоту меньше предельной, не совпадали с направлением статического ветра и соответственно вычисленные инерционные силы получались близкими к нулю. Разработана формула для вычисления модальных масс в расчете пульсационной 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.



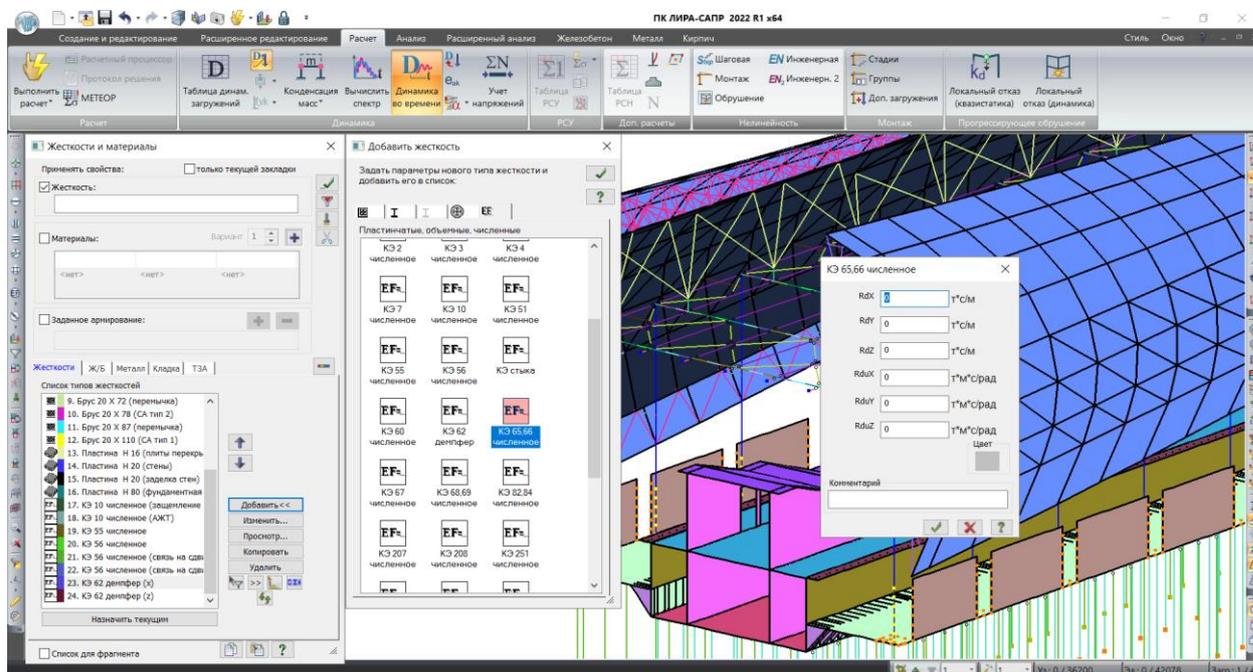
Пример расчета на пульсацию ветра (модуль динамики №21)

- 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 $t/(m/c)$, для угловых в $(t^*m)/(рад/c)$.

Новые КЭ могут использоваться для описания внешних демпфирующих устройств, реагирующих 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!

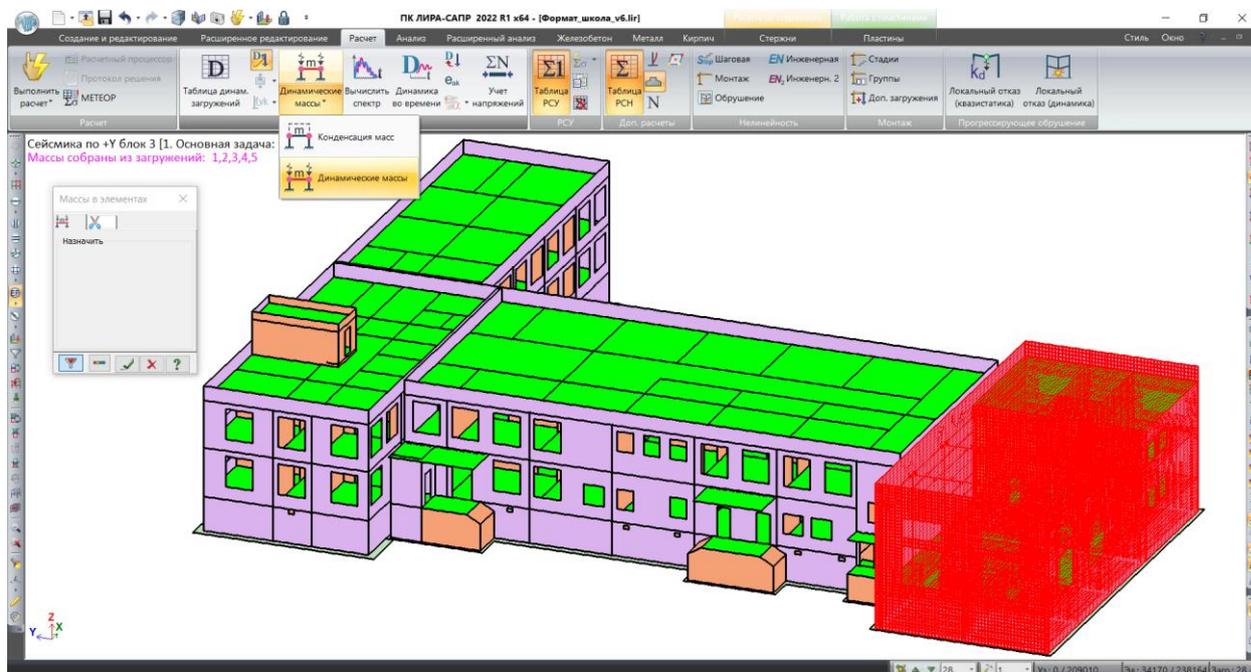
Новые КЭ могут использоваться для динамических расчетов только в расчетах прямого интегрирования уравнений движения, т.е. в системе “Динамика во времени”. Другие режимы расчета никак не реагируют на его присутствие в расчетной схеме.



Задание характеристик демпфера

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

подготовку расчетных схем, когда возникала необходимость для сбора масс создавать дублирующие загрузки, 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 f_{vk} для каждого сейсмического модуля. Данная возможность позволяет выполнить корректировку полученных усилий от сеймики, 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 f_{vk} 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;
 - 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:

- начальный модуль упругости при сжатии $E_{cm}(-)$;
- начальный модуль упругости при растяжении $E_{cm}(+)$;
- максимальное значение прочности бетона на осевое растяжение $f_{cm}(-)$;
- максимальное значение прочности бетона на сжатие $f_{ctm}(+)$;
- предельная относительная деформация бетона при сжатии $\epsilon_{cu}(-)$, ϵ_{cu2} ;
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при сжатии $\epsilon_c(-)$, ϵ_c2 ;
- предельная относительная деформация бетона при растяжении $\epsilon_{ct}(+)$;
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при растяжении $\epsilon_{ct}(+)$.

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

- начальный модуль упругости при сжатии $E_c(-)$, E_{ck} (E_{cd});
- начальный модуль упругости при растяжении $E_{ct}(+)$, E_{ctk} (E_{ctd});
- максимальное значение прочности бетона на осевое растяжение $f_c(-)$, f_{ck} (f_{cd});
- максимальное значение прочности бетона на сжатие $f_{ct}(+)$, f_{ctk} (f_{ctd});
- предельная относительная деформация бетона при сжатии $\epsilon_{cu}(-)$, ϵ_{cu2} ;
- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при сжатии $\epsilon_c(-)$, ϵ_c2 ;
- предельная относительная деформация бетона при растяжении $\epsilon_{ct}(+)$;

- относительная деформация выхода на максимальное напряжение бетона при растяжении $\varepsilon_{st}(+)$;
- 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 сжимаемой толщи

Минимальная глубина под нагрузкой

Минимальная глубина до отметки

Минимальная глубина сжимаемой толщи м

Дополнительное постоянное напряжение по всей глубине т/м²

Учитывать вес грунта выше отметки приложения нагрузки

Шаг триангуляции нагрузок для построения изополей м

Вычислять результаты в пределах площади импортированных нагрузок по укрупненной прямоугольной сетке

Шаг сетки м

Расчет осадки существующих зданий от строящихся сооружений

Параметры вычисления расчетного сопротивления грунта

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

γ_{c1} γ_{c2} k

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

Модуль деформации E слабого грунта т/м²

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.

Характеристики грунтов

№ ИГЭ	Усл. обозн.	Наименование грунта	Цвет	Модуль деформации, т/м2	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта, т/м3	Коэффициент пористости	Природная влажность, доли	Показатель текучести L _c	Вода Лесс Насыть Органи-	Коэффициент пористости е	Содержание растительных остатков, q	Удельное сцепление c, т/м2	Угол внутреннего трения φ, °	Предельное напряжение Rs, т/м2	Коэффициент Савинова Со, т/м3	Скальные пределы прочности Rc, т/м2	Коэф. снижения прочности Ks	Классификация грунты	Коэффициент пропорциональности K, тс/м**4	Классификация грунты
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	Sp	Глина мягкопластичная L=0.5...0.7?
3	ИГ3	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 L=0.5...0.7?
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	Sp	Глина мягкопластичная L=0.5...0.7?
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 L<0, K=1000...600 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 e=0.55...0.7, K=600..

Примечания: значения с Fl, R_s в расчете коэффициентов постели C₁, C₂ не используются, но задаются для последующего экспорта в жесткости ЛИРА-САПР. Значения IL, R_c, K_s и K используются для расчета жесткости свая (КЭ 57)

Диалог "Характеристики грунтов" системы ГРУНТ (версия 2022)

Характеристики грунтов

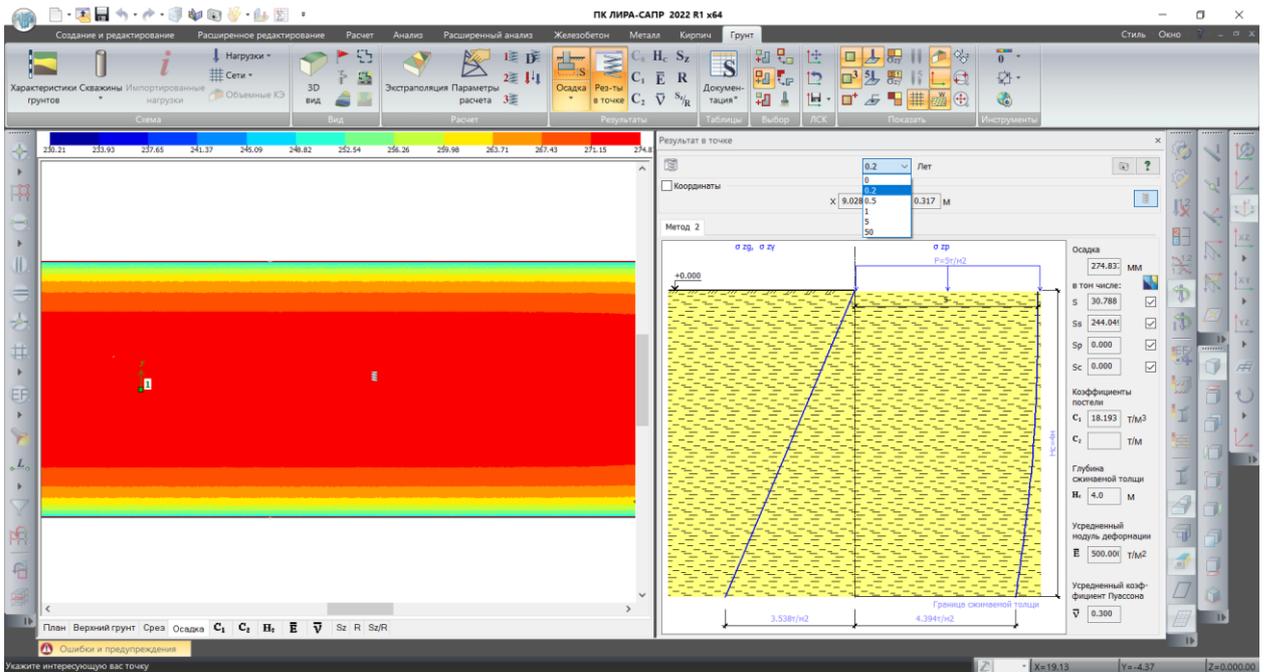
№ ИГЭ	Усл. обозн.	mv (коэффициент относительной сжимаемости) 1/t/м2	kf (коэффициент фильтрации) м/год	t (время) года
2		0.037	0.95	0.2
				0.5
				1
				5
				50

Диалог "Характеристики грунтов" закладка "Консолидация"

Характеристики грунтов

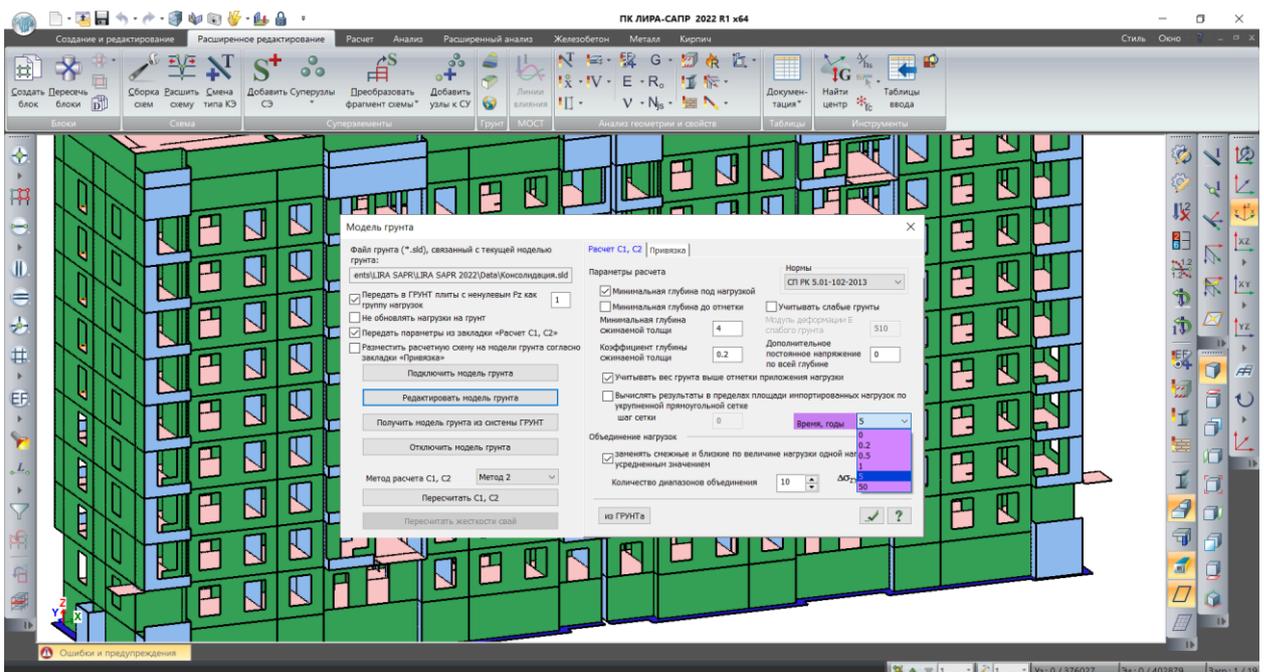
№ ИГЭ	Усл. обозн.	P (давление) т/м2	bk (параметр ползучести)
2		5	0.0146

Диалог "Характеристики грунтов" закладка "Ползучесть"



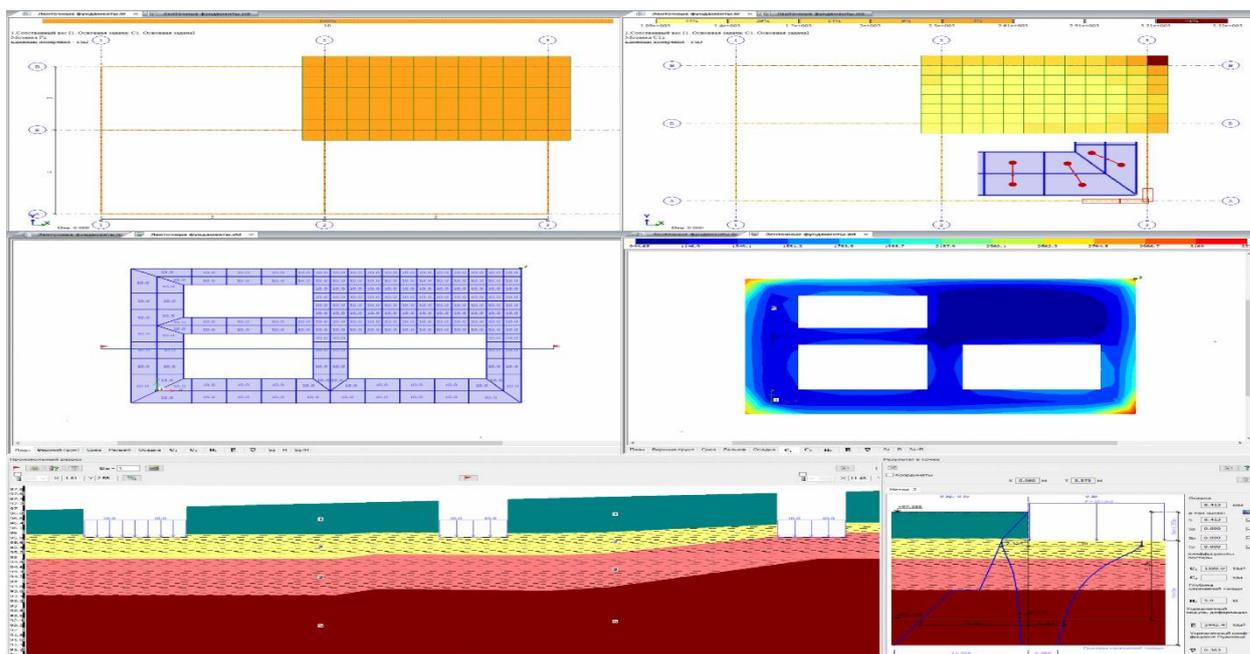
Результаты расчета консолидации для выбранного периода

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 МЕТЕОР 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

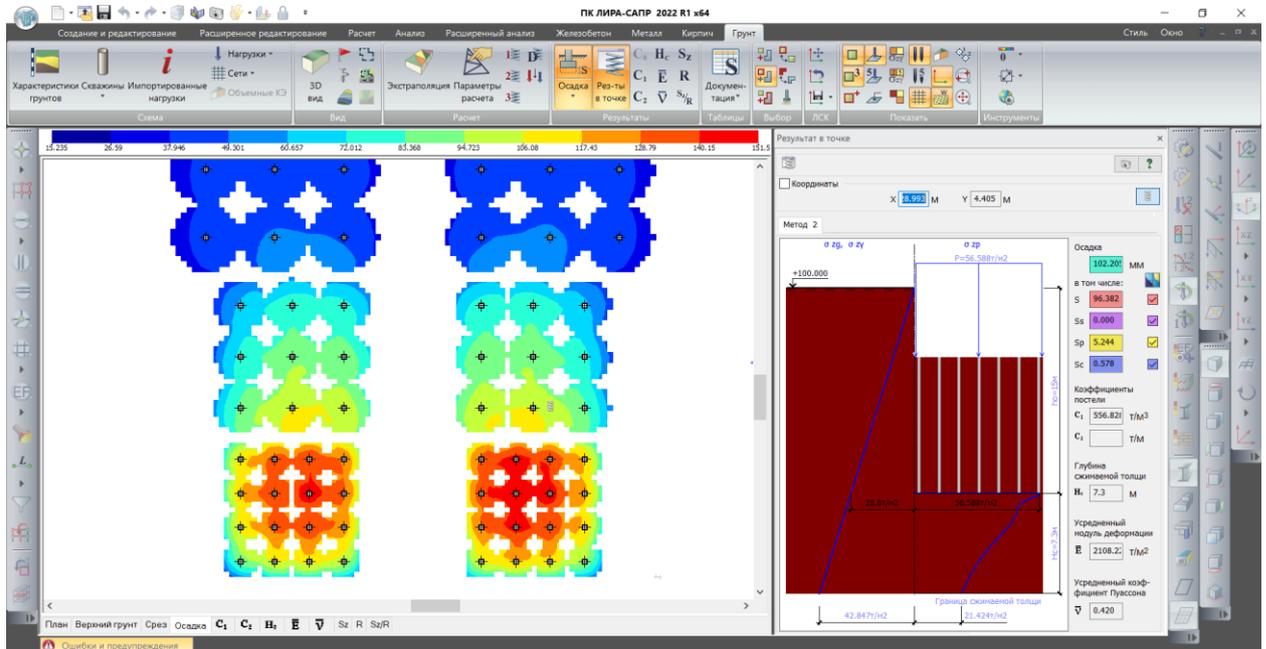
- Добавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки для любого промежутка времени t за счет консолидации грунта. Расчет выполняется по формулам 7.5-7.7 пункт 7.2.2.1 НТП РК 07-01.4-2012.
- Добавлена возможность расчета дополнительной составляющей осадки от ползучести. Расчет выполняется 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 P_z в исходных данных и экспортировать из результатов расчета R_z для последующего итерационного уточнения C_1 , C_2 (в P_z преобразуется среднее арифметическое между значениями R_z в сечениях стержня, которые менее нуля, т.е. растяжение C_1 , 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 P_z снять признак " $B_c=B$ ", 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 C_1 , C_2 , полученных в центрах тяжести двух нагрузок, построенных по бокам от оси стержня с вылетом $B_c/2$. Чтобы получить коэффициенты постели переменные по длине ленты, нужно разбить стержень на отдельные КЭ.



Вычисление коэффициентов постели в стержнях

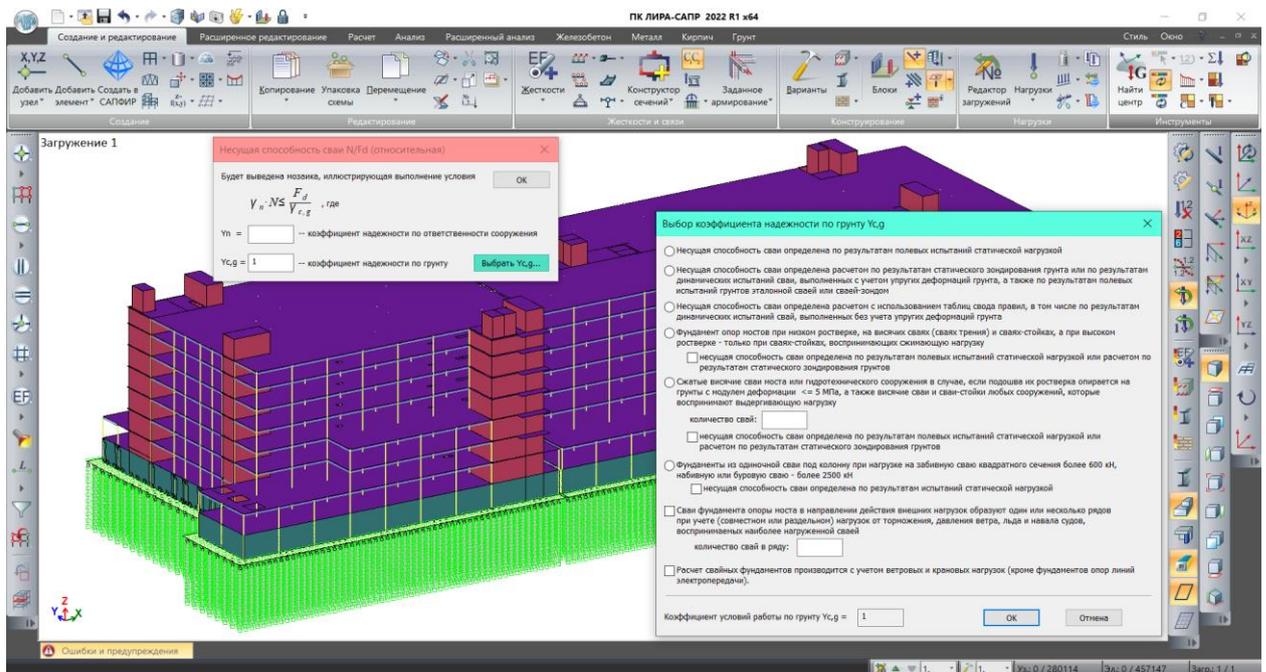
- Добавлена возможность вывода каждой из составляющих осадок свайных фундаментов (S_{ef} - осадка условного фундамента, ΔS_p - дополнительная осадка за счет продавливания свай на уровне подошвы условного фундамента, ΔS_c - дополнительная осадка за счет сжатия ствола свай) и осадок от разных специфических грунтов - S_s . 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.



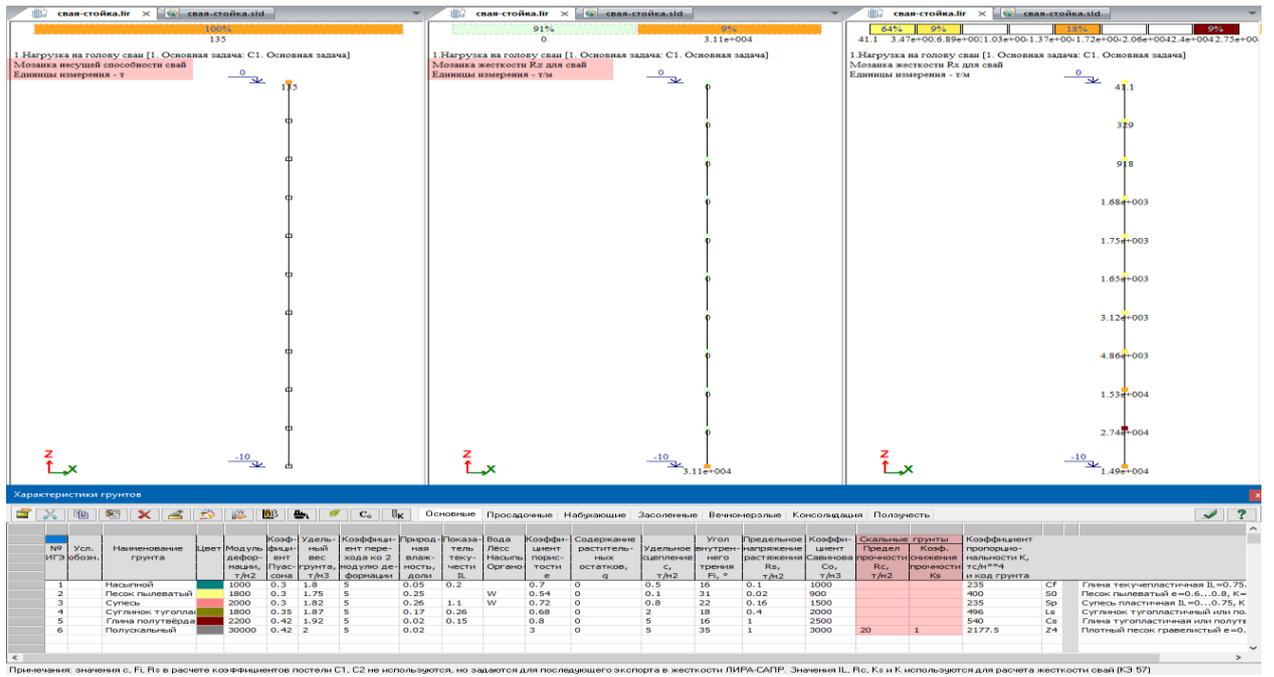
Изополя осадок модели условного фундамента в системе ГРУНТ

- Добавлена возможность вывода несущей способности свай с учетом коэффициентов условий работы. Соответствующий диалог активируется перед выводом мозаики N/F_d (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 бóльшая из двух несущих способностей: F_{db} – несущая способность скального основания под нижним концом сваи, F_{ds} – несущая способность сваи с учетом только сопротивления скальных грунтов на ее боковой поверхности. Если $F_{db} > F_{ds}$, то вся жесткость сваи будет приложена в ее основании, если же $F_{ds} > F_{db}$, то жесткость будет приложена только по длине сваи, аналогично висячей сваи (пропорционально вкладу f_i грузовой площади КЭ57 в F_d). Для указания скальных грунтов необходимо в таблицу характеристик грунтов ввести дополнительные данные: R_c – расчетное значение предела прочности на одноосное сжатие скального грунта в водонасыщенном состоянии, K_s – 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 F_d следует принимать по результатам испытаний статической нагрузкой».



Расчет сваи-стойки

- В новой версии расширены возможности ограничения и контроля минимальной глубины сжимаемой толщи грунта - H_c. 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 H_c, min.

Параметры расчета

Кoeffициент глубины сжимаемой толщи

Минимальная глубина под нагрузкой

Минимальная глубина до отметки

Минимальная глубина до отметки М

Дополнительное постоянное напряжение по всей глубине Т/М²

Учитывать вес грунта выше отметки приложения нагрузки

Шаг триангуляции нагрузок для построения изополей М

Вычислять результаты в пределах площади импортированных нагрузок по укрупненной прямоугольной сетке

Шаг сетки М

Учитывать слабые грунты

Модуль деформации E слабого грунта Т/М²

Расчет осадки существующих зданий от строящихся сооружений

Параметры вычисления расчетного сопротивления грунта

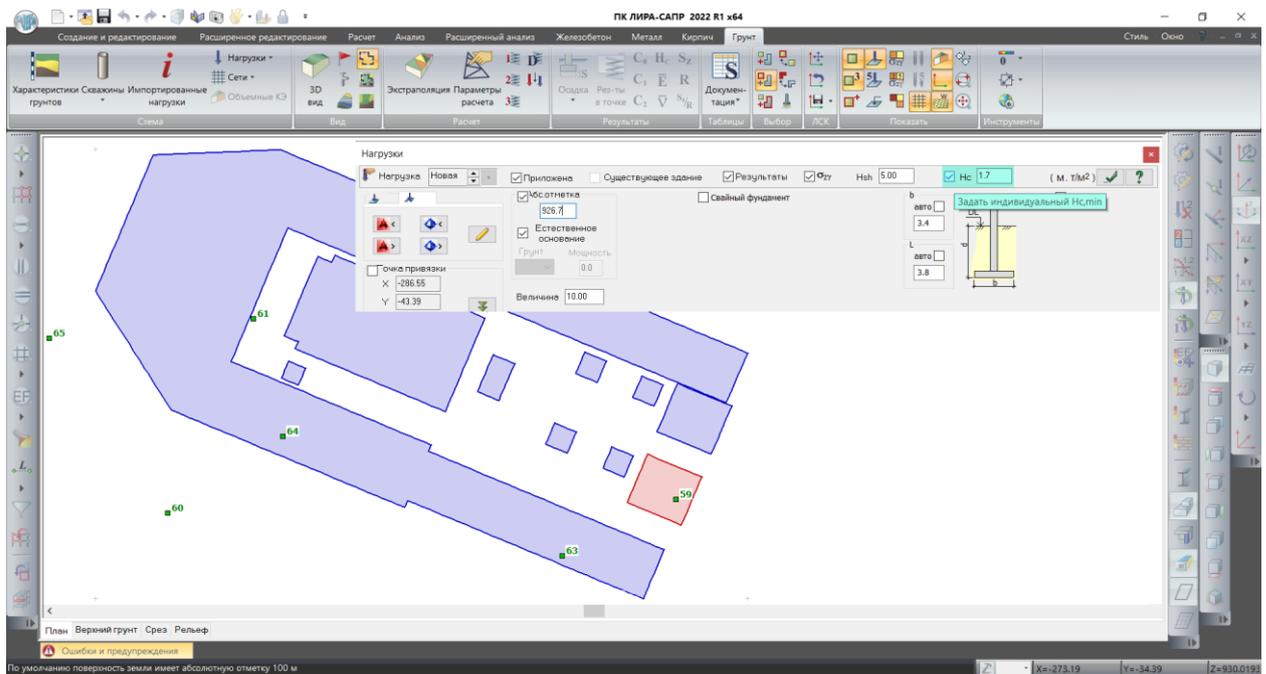
$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

γ_{c1} γ_{c2} k

✓ ✗ ?

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

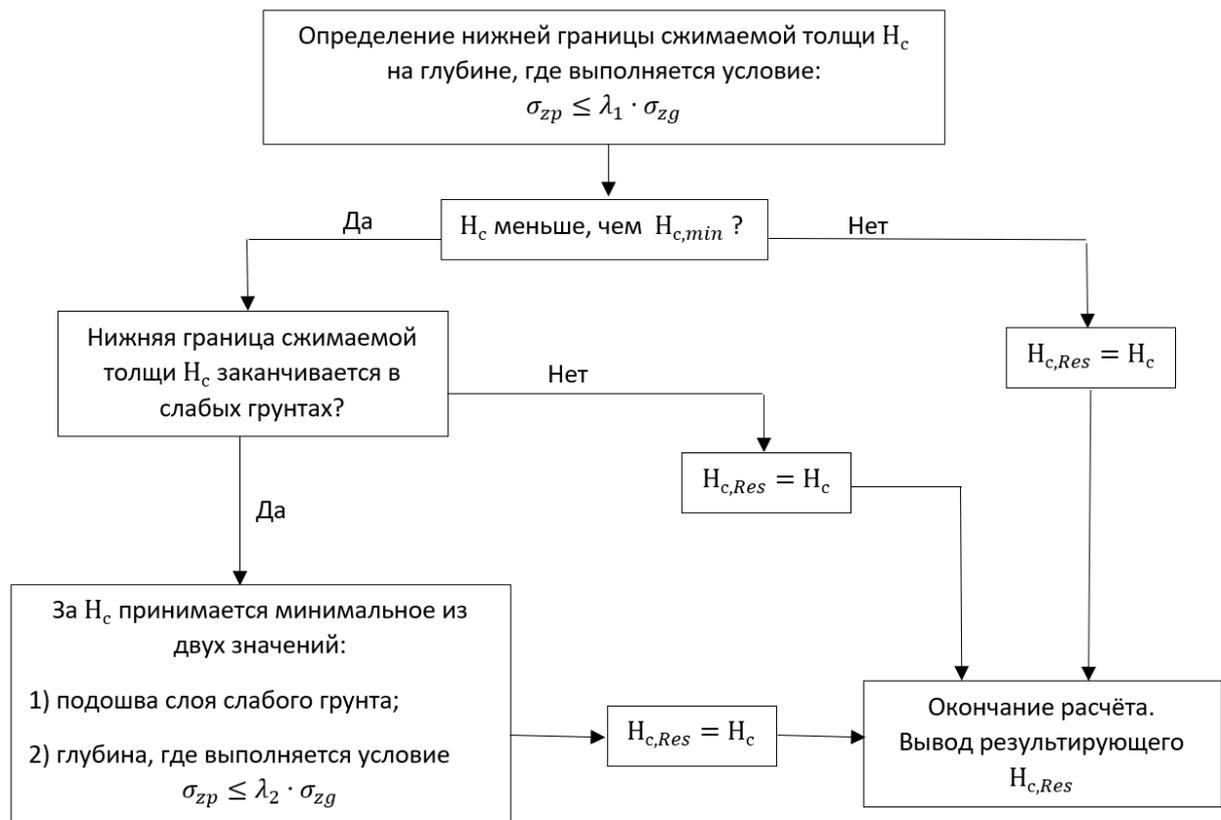
Ранее величина H_c использовалась для определения осадки для всех нагрузок заданных в модели независимо от фактической ширины каждого из фундаментов (как правило, эта величина определялась для максимальной ширины всех фундаментов схемы). Теперь минимальная глубина сжимаемой толщи может быть назначена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



Диалог "Нагрузки", настройка свойств

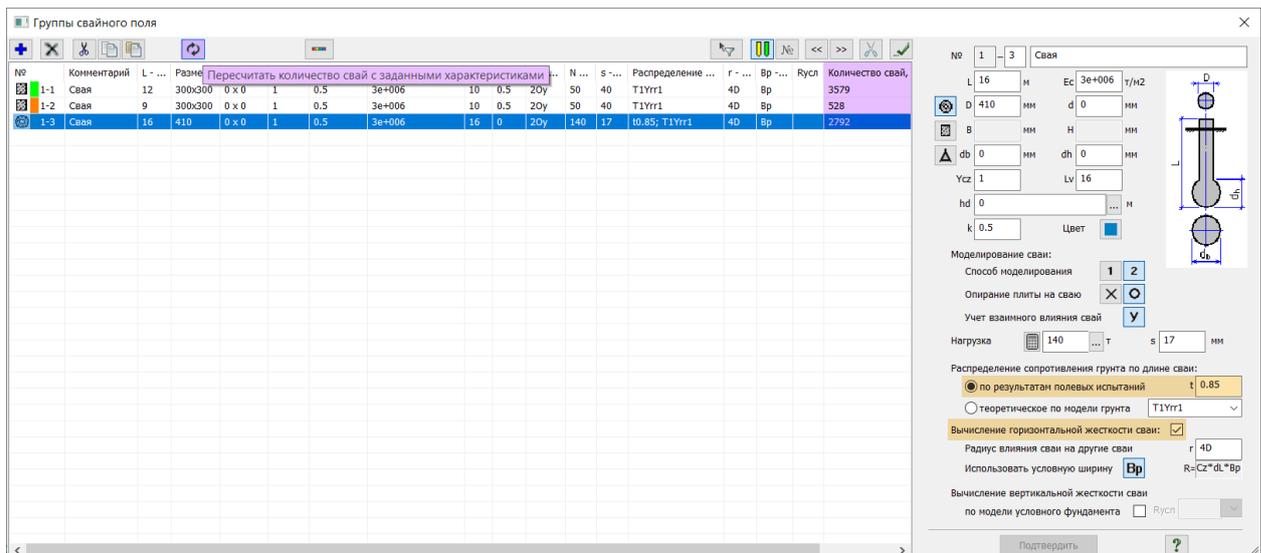
- В новой версии добавлен поиск N_s с учетом слабых грунтов. В параметрах расчета добавлена соответствующая опция, которая активирует поле для ввода величины модуля деформаций для слабого грунта. По умолчанию предложенные значения соответствуют выбранным нормативам. В случае использования автоматического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

Если N_s из расчета п. 3(a) меньше, чем величина из п.3(b), и при этом величина N_s из п. 3(a) больше, чем N_s из п.2, тогда итоговая величина N_s принимается равной N_s из п.3(a). Иначе N_s 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, C_1 и C_2 учитывается S_p - осадка от продавливания грунта сваей. Если условный свайный фундамент моделируется в системе ГРУНТ, и ствол сваи не смоделирован цепочкой стержневых КЭ, то учитывается как S_p , так и S_c – сжатие ствола сваи. В случае, когда свайный фундамент смоделирован цепочкой стержней, сжатие ствола сваи S_c автоматически учитывается МКЭ расчетом.
- В расчете свай (КЭ 57) в системе ГРУНТ как условного фундамента собственный вес тела свай обнуляется.
- При вычислении S_p (осадка от продавливания грунта сваей) добавлена проверка условия $E_1 \leq E_2$ для модулей деформации грунта по длине сваи (E_1) и под ней (E_2).
- При расчете одиночной сваи как условного фундамента шаг свай $A_{ср} = 3 \cdot D$ для круглой сваи и $A_{ср} = 3 \cdot (B+H)/2$ для прямоугольной. Радиус условного фундамента $R_{усл} = A_{ср}/2$.
- Добавлена возможность расчета горизонтальной жесткости R_x и R_y КЭ 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.



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 вынутаго 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 4K.

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 1992-1-

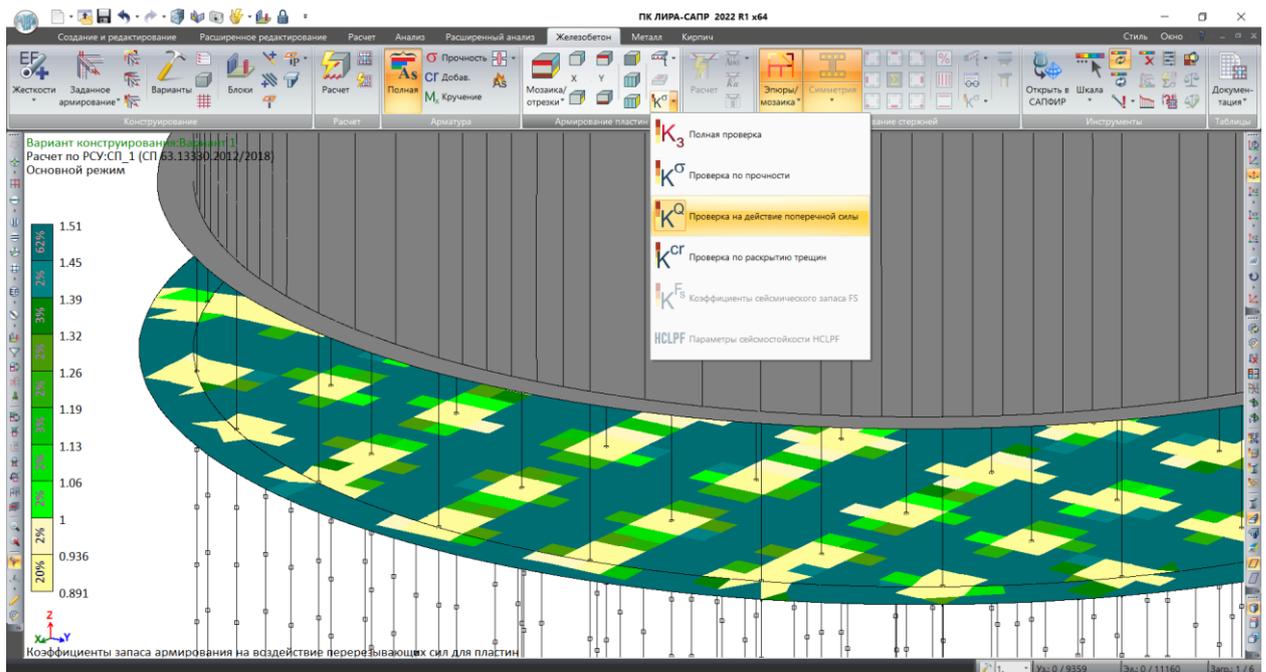
1:2004, ДБН В.2.6-98:2009, ТКП EN 1992-1-1:2009, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010, СП 63.13330.2018.

- 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 ТЗА, 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:

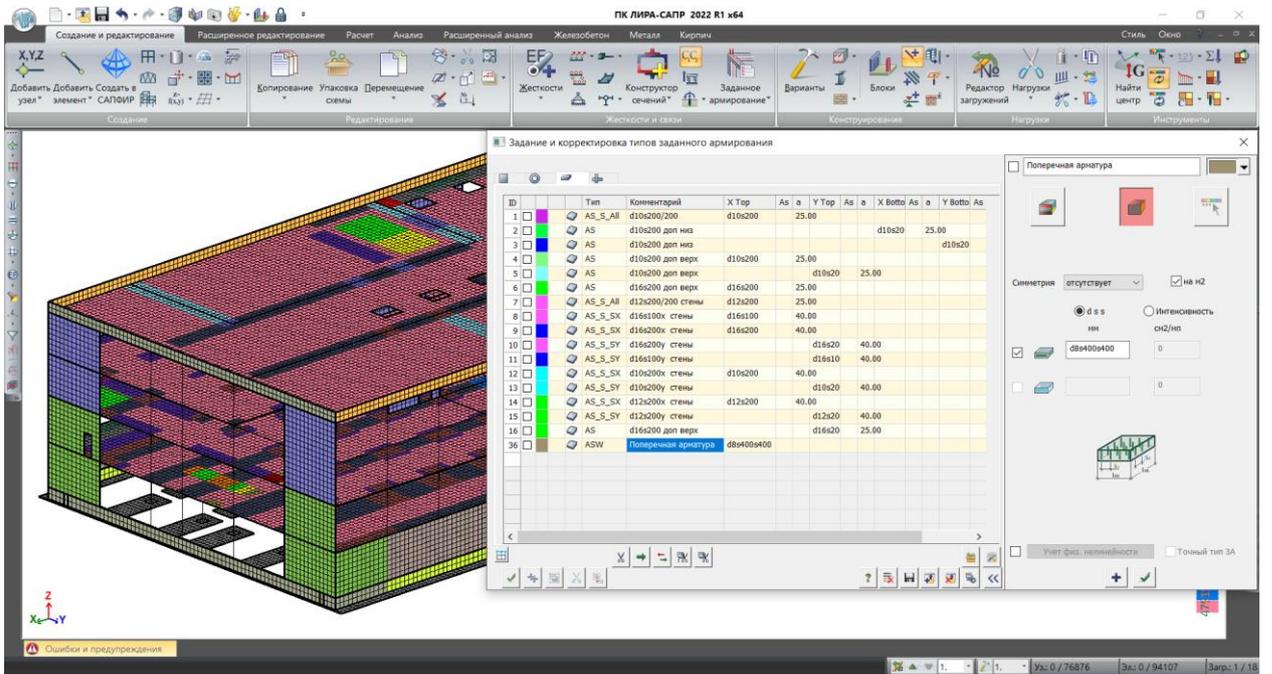
“ДА” – позволяет получить площади дополнительного армирования только в тех элементах, в которых заданной площади арматуры недостаточно для обеспечения несущей способности сечения;

“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.



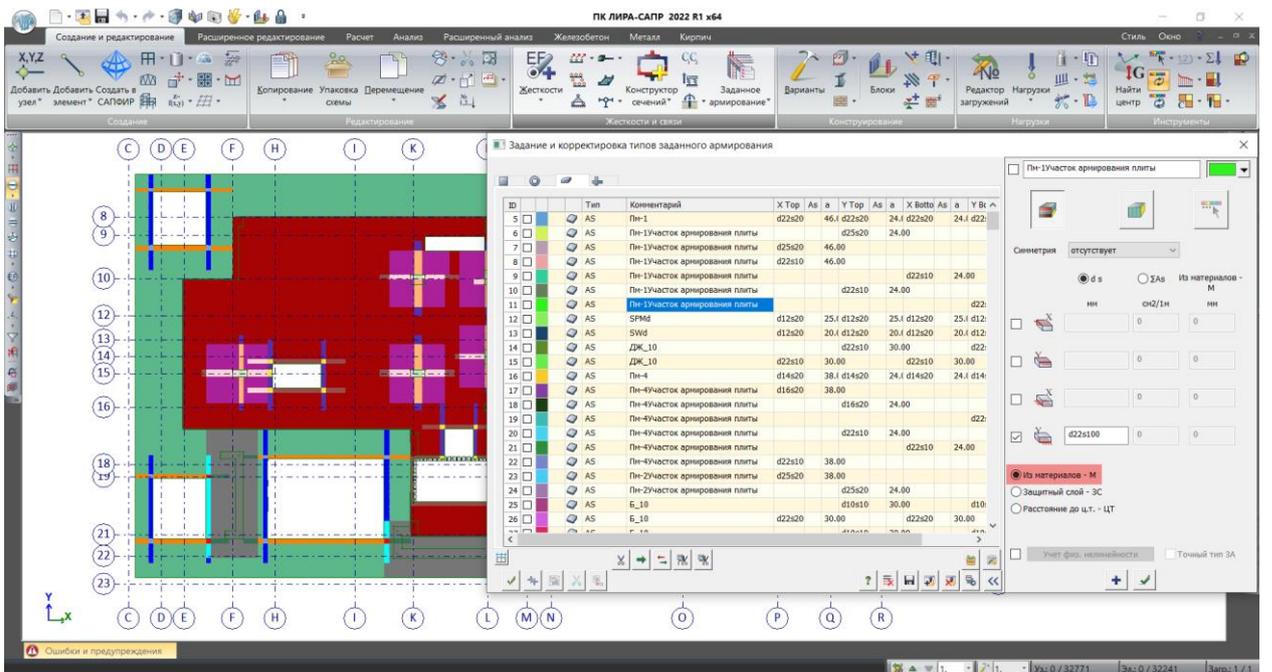
Пример проверки пластинчатых КЭ на действие перерезывающих сил

- 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.

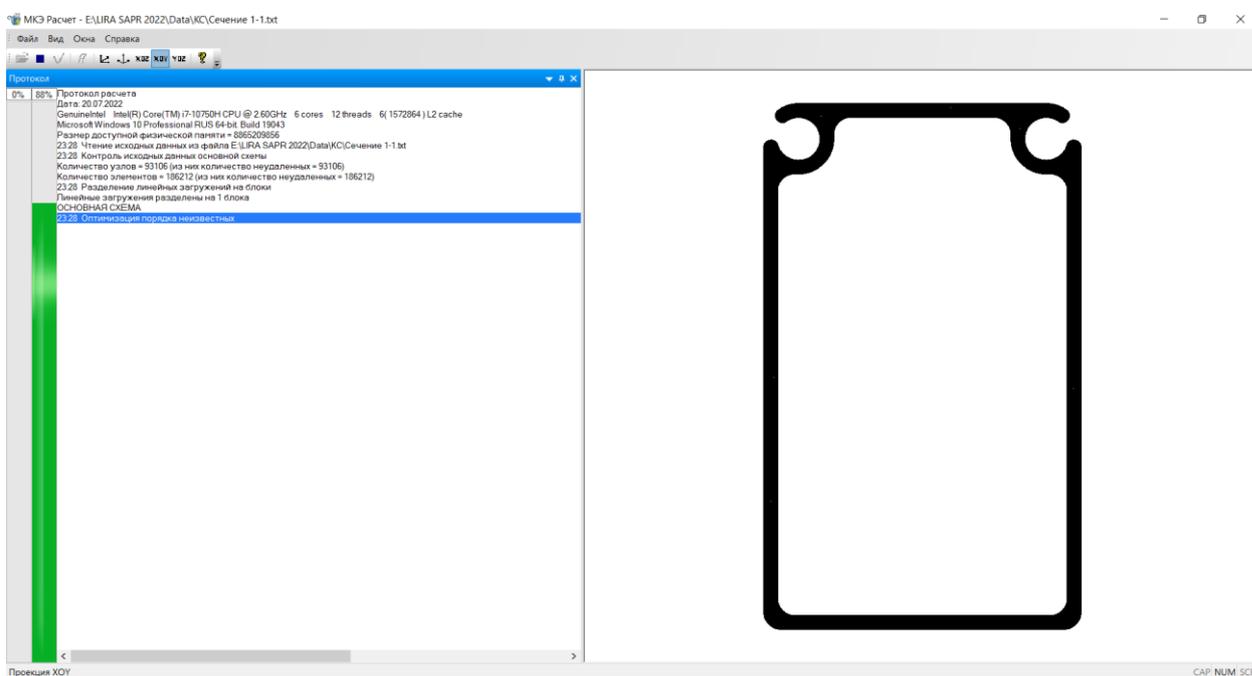


Создание ТЗА для пластинчатых элементов

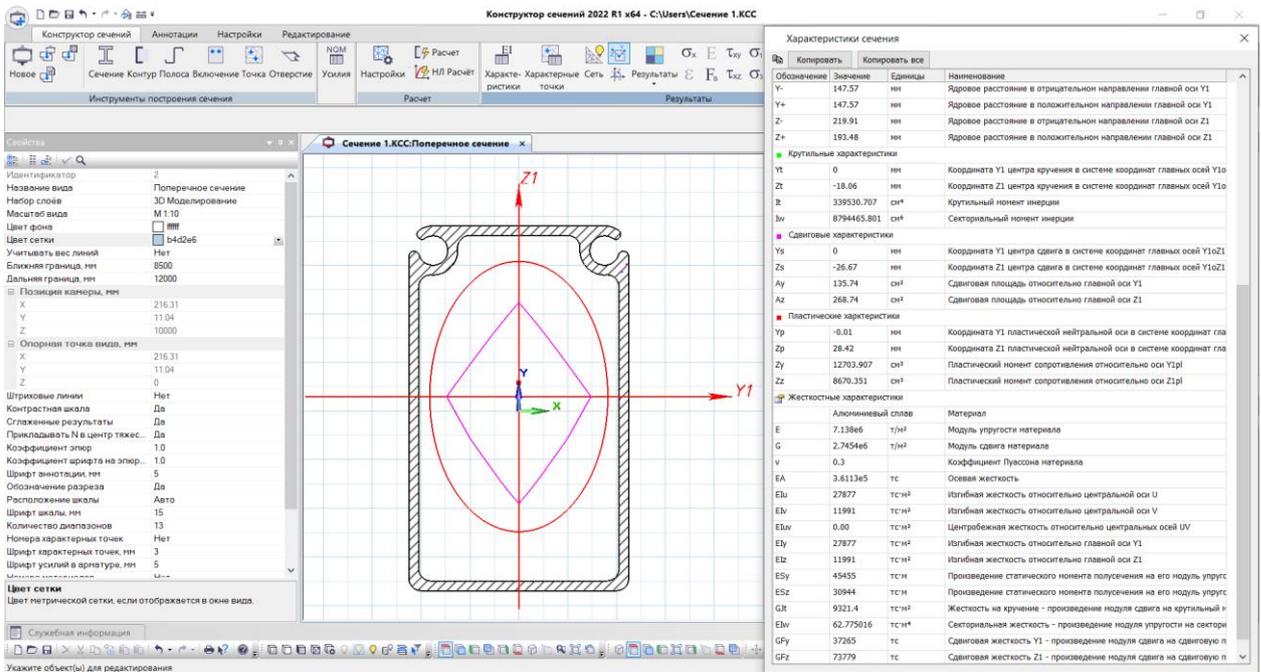
- Для пластинчатых элементов при задании ТЗА появилась возможность задать установку арматуры симметрично. Возможны 7 вариантов симметрии; полная симметрия, симметрия по граням и по слоям.
- В задачах “Динамики во времени” добавлена возможность расчета на продавливание.
- При формировании расчетных сочетаний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

Проектирование металлических конструкций

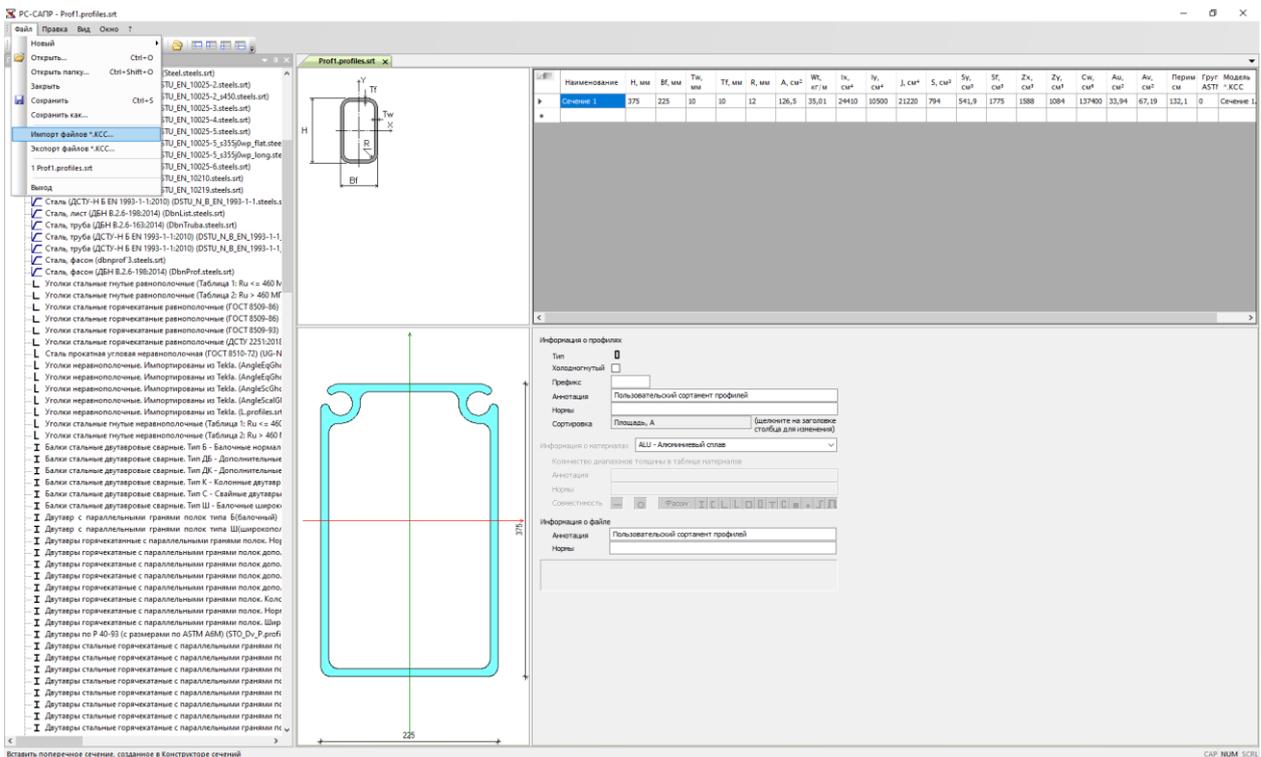
- Реализован расчет алюминиевых конструкций в соответствии с требованиями СП 128.13330.2016 (основные сплошные типы сечений: двутавр, сварной двутавр, уголок, швеллер, тавр, прямоугольное трубчатое сечение и несимметричный двутавр. Расчет учитывает стесненное кручение (без учета чистого кручения). Для 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.



Расчет геометрических характеристик сечения



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 M_y , M_z , перерезывающие силы Q_z и Q_y , бимомент M_w), колонна (продольное усилие N, изгибающие моменты M_y , M_z , перерезывающие

силы Q_z , Q_y и бимомент M_w), 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 η , 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.

Строительные нормы и правила

Выберите нормативную базу, по которой в дальнейшем будет вестись расчет

- СНиП 18-23-81*
- СП 16.13330.2017 (СП 260.1325900.2016, СП 128.13330.2016)
- ДБН В.2.6-198:2014
- СП РК:EN 1993-1-1:2005/2011
- Eurocode EN 1993-1-1:2005/AC:2009
- LFRD 2nd edition (AISC)

OK

Элементы: Элементы N, T_c ; Элементы $M_y, T_c + m$; Элементы Q_z, T_c ; Элементы $M_z, T_c + m$; Элементы Q_y, T_c

Max=4.1839
Min=-5.4891

Max=0.31164
Min=-0.59992

Max=1.0141
Min=-0.96878

Max=0.049201
Min=-0.047181

Max=0.15062
Min=-0.15012

Шафры эластик:

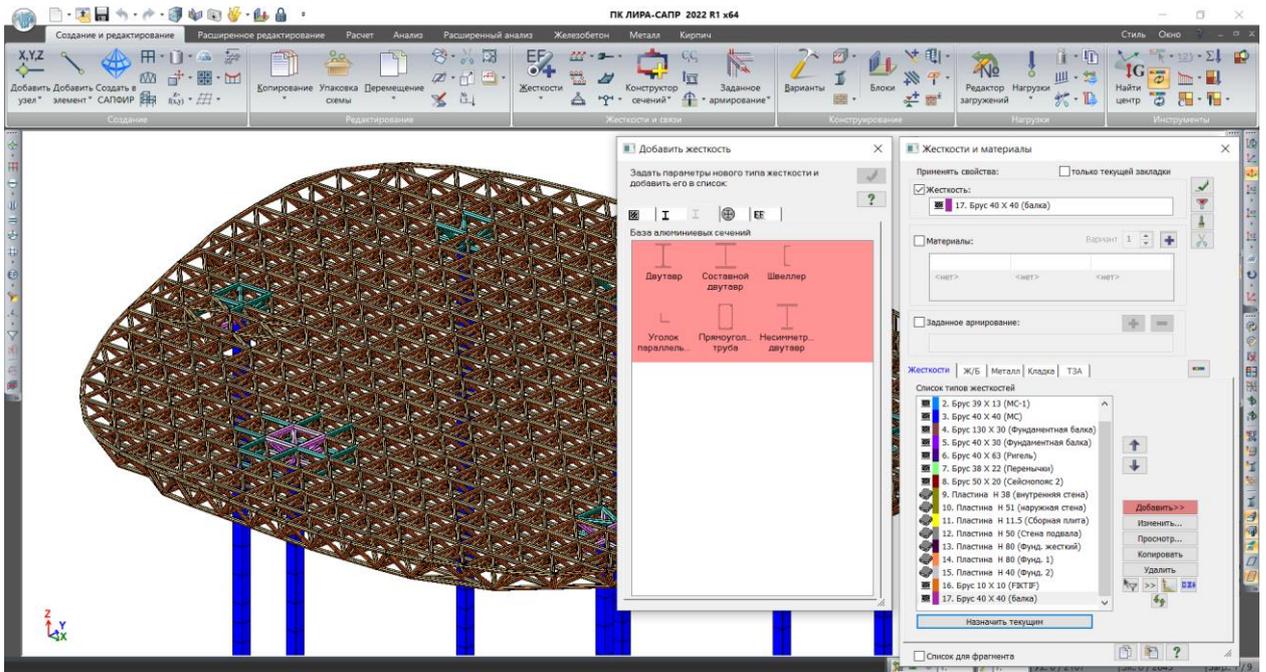
Тип элемента	Коэффициенты жесткости				Расчетные эл.м.м.	
	γ_{m0}	γ_{m1}	γ_{m2}	отн. Z1	отн. Y1	
вольфра	1.00	1.00	1.25	1.00	1.00	
Ограничения, см						
Y max	Z max	Y min	Z min	tw min	Ограничение на класс	
300.00	300.00	1.00	1.00	0.10	1,2,3,4	

Нажмите F1 для получения справки

Выбор норм проектирования для расчета алюминиевых конструкций

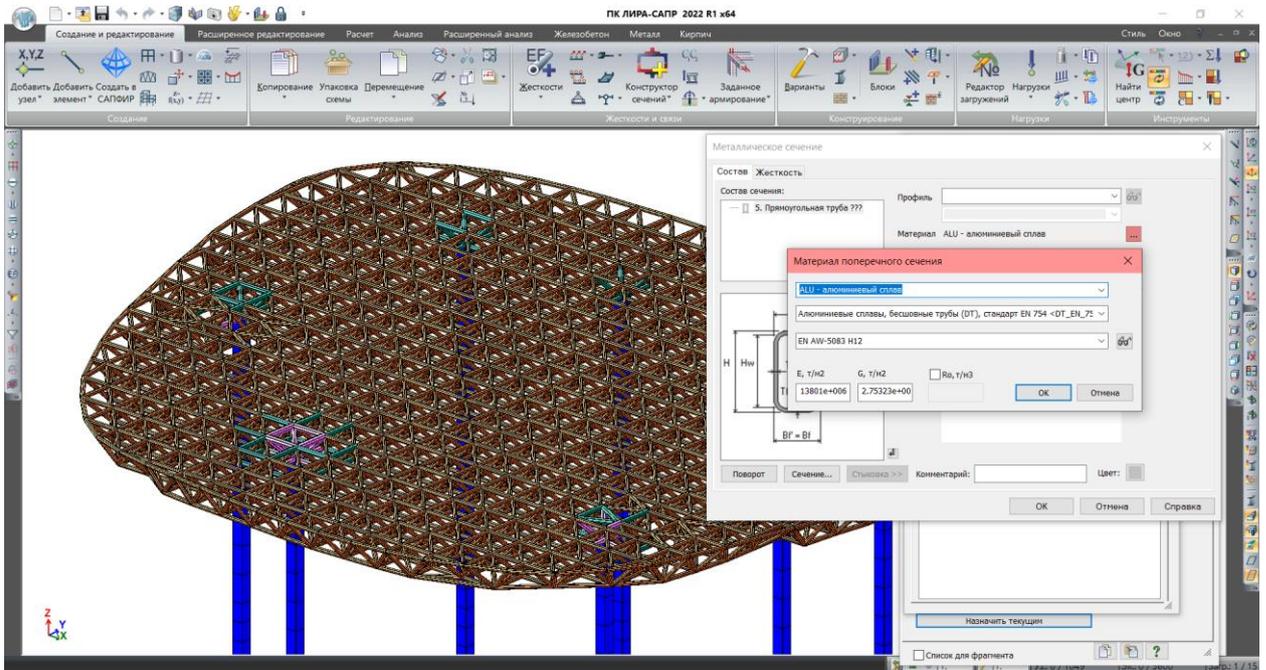
В связи с реализацией нового норматива интерфейс пользователя претерпел изменения:

- В библиотеке жесткостей добавлена новая вкладка доступных типов алюминиевых сечений.



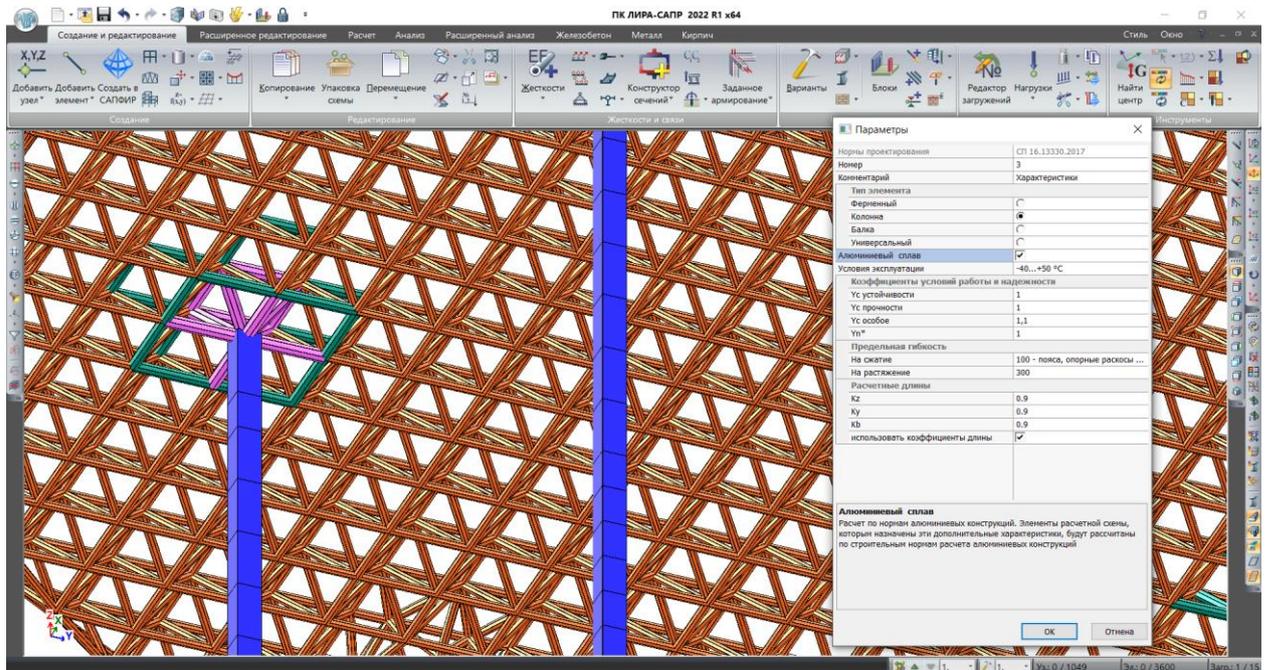
База алюминиевых сечений

- 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 расширению *.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.

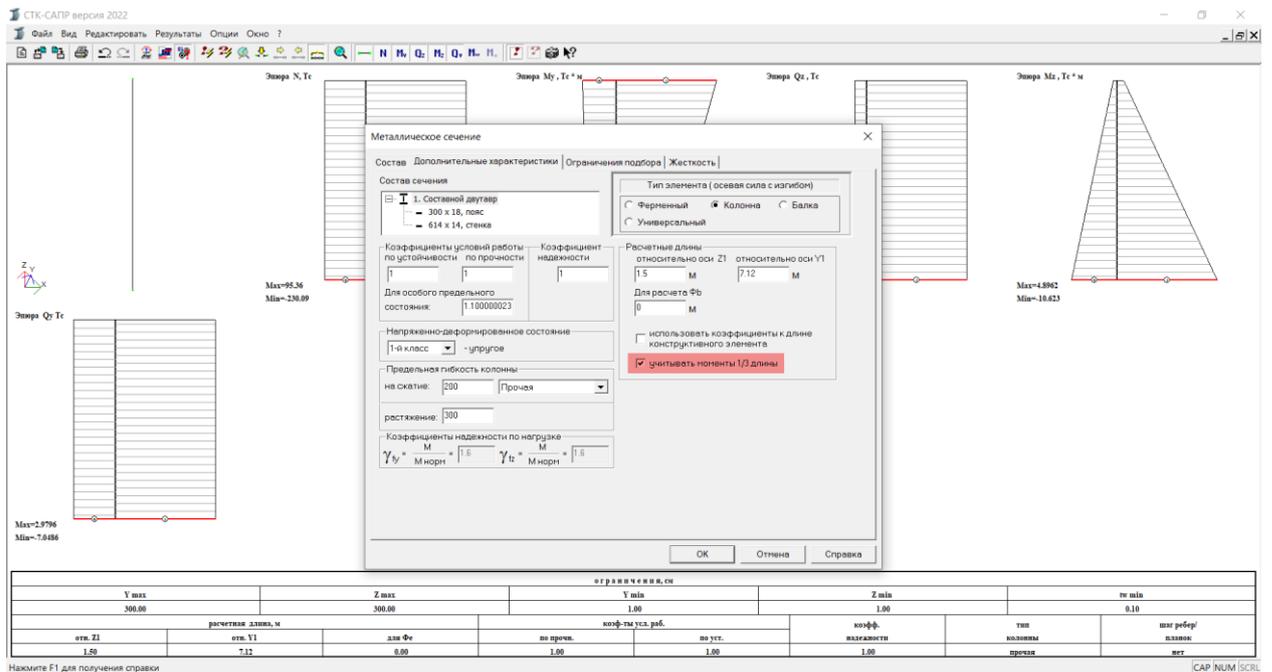


Дополнительные характеристики для расчета алюминиевых конструкций

- 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 M_1 - наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, который принимается равным не менее $0,5M_{max}$.

Важно!

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

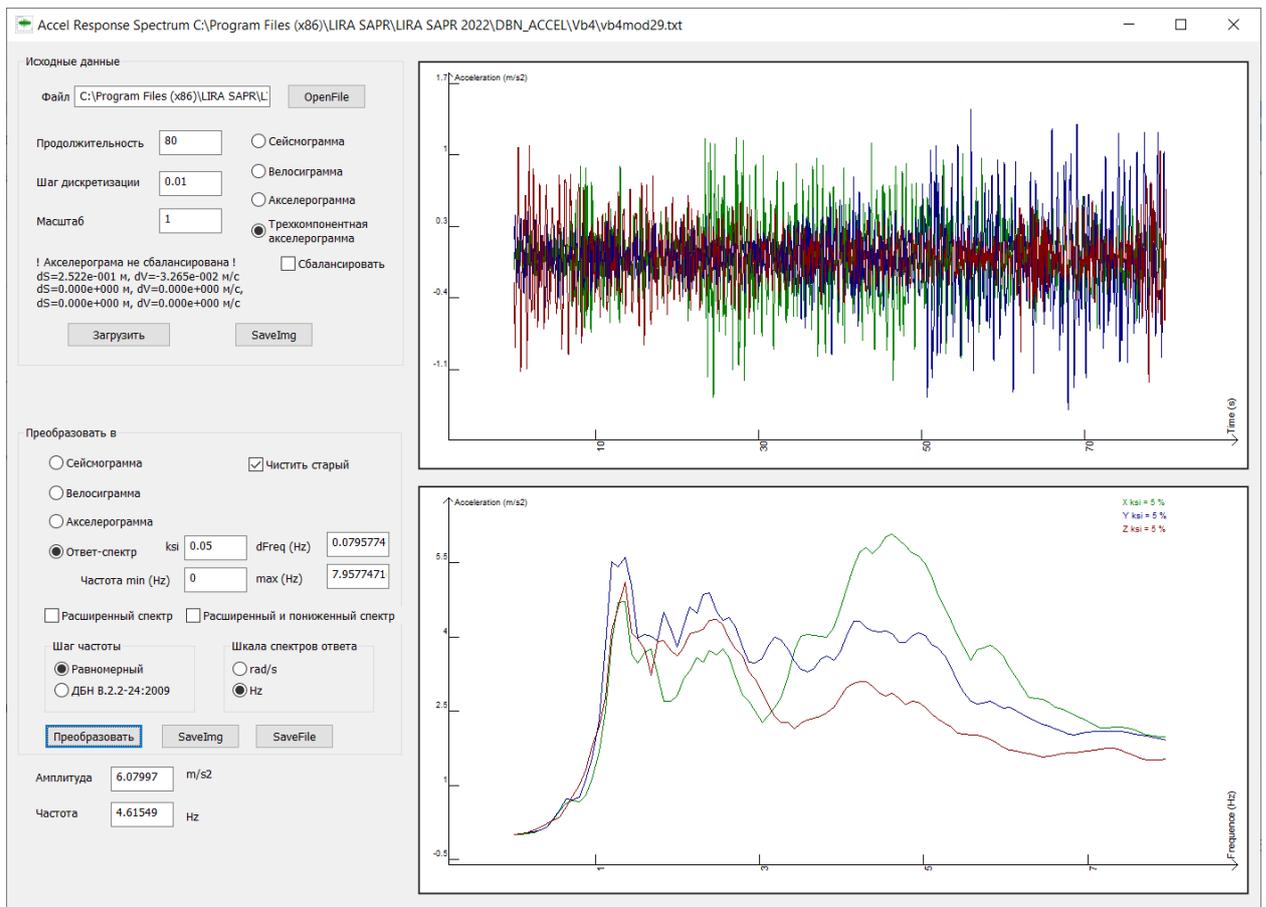


Расчет устойчивости стальных конструкций

- 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, сейсмограмма → велосиграмма, велосиграмма → сейсмограмма, велосиграмма → акселерограмма).



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 узкополосного пика на 15%. Это снижение должно применяться только к узким частотным пикам неширокого спектра ответа с отношением ширины полосы к центральной частоте B менее 0,30:

$$B = \Delta f \cdot 0.8 / f_c < 0.30$$

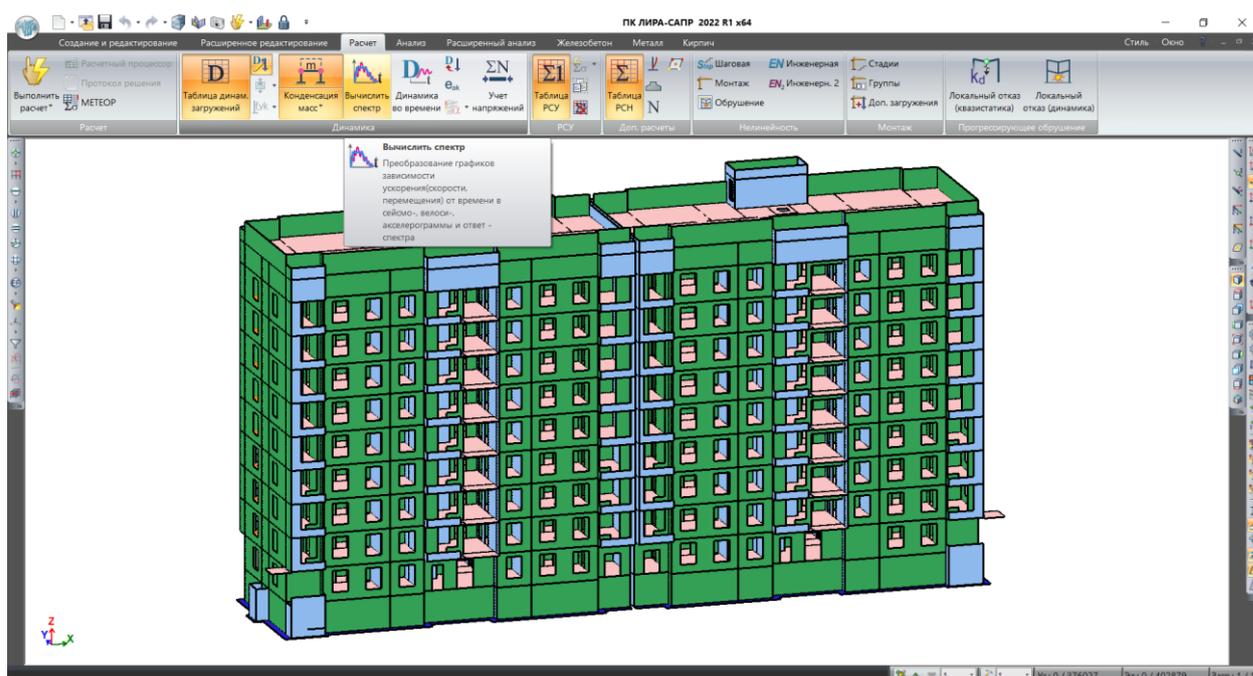
где

$\Delta f \cdot 0.8$ – общий диапазон частот по спектральным амплитудам, которые превышают 80% пиковой спектральной амплитуды;

f_c – 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

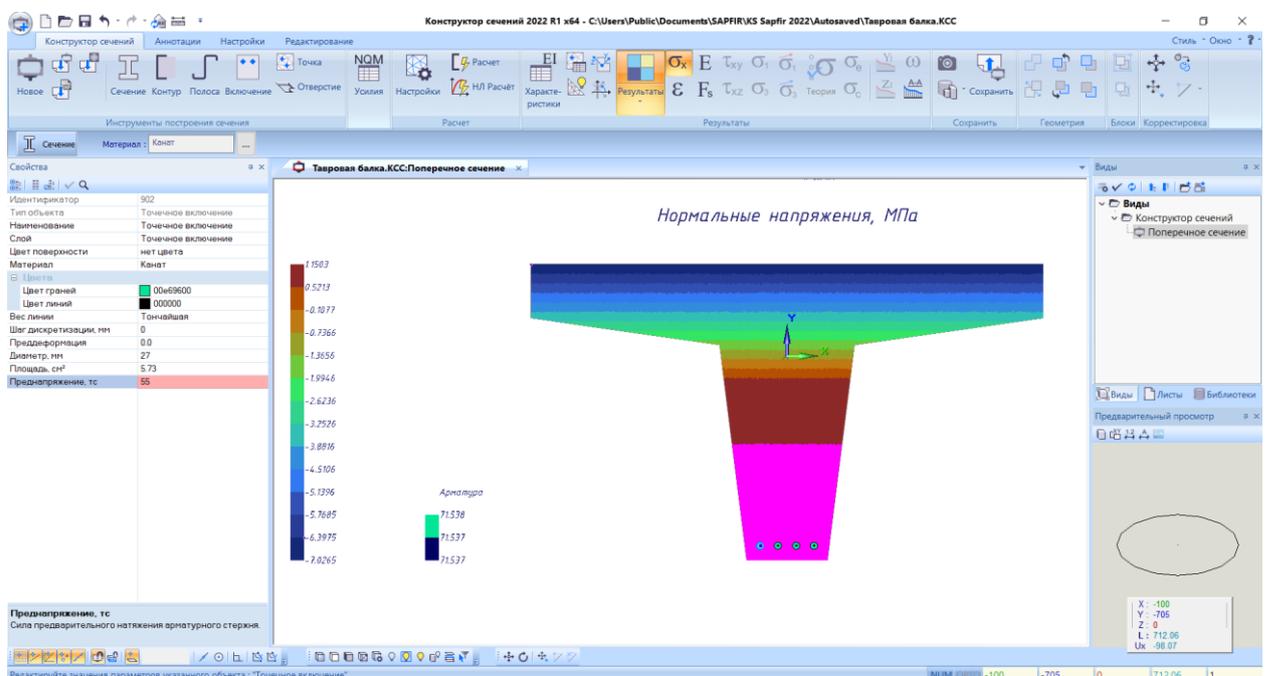
Стержневые аналоги

- 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 загрузениям, 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.

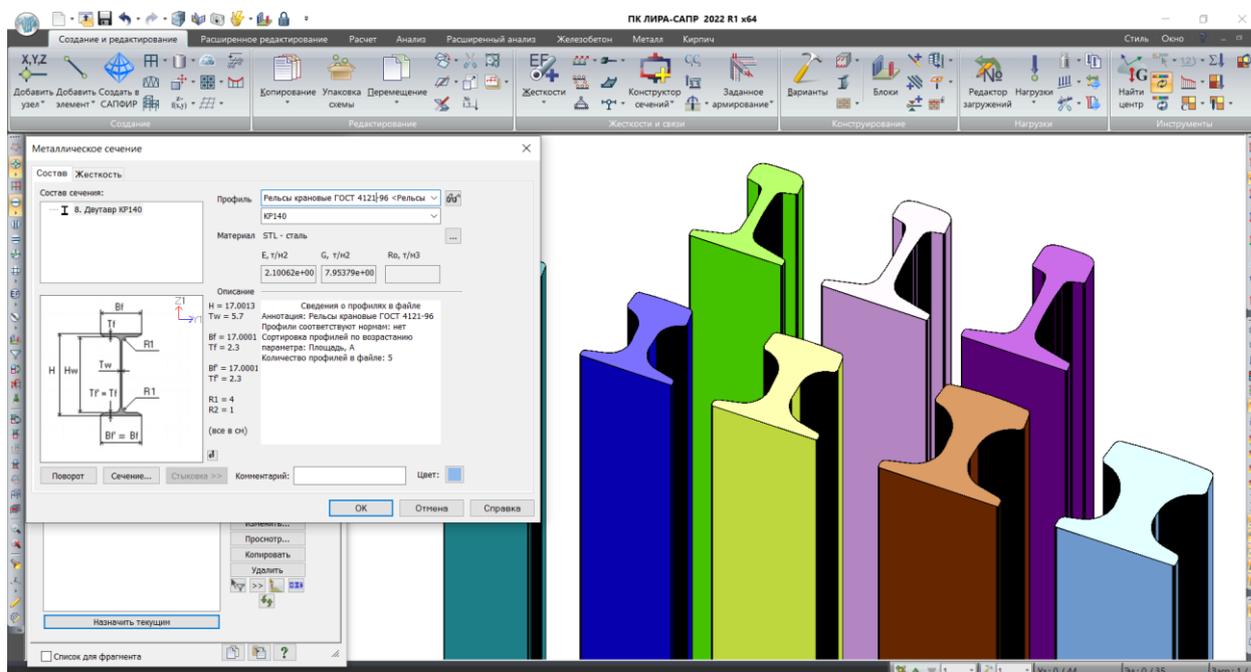


Пример расчета предварительно напряженной балки

- 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 4K.
- Добавлена возможность 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 (EP), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
 - алюминиевые сплавы, прессованные замкнутые профили (EP/H), стандарт EN 755 (EN 1999-1-1:2007);
 - алюминиевый сплав, прессованный открытый профиль (EP/O), 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 (ET), 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);
 - алюминиевые сплавы, плиты, стандарт ГОСТ 17232-99 (СП 128.13330.2016);
 - алюминиевые сплавы, листы, стандарт ГОСТ 21631-76 (СП 128.13330.2016).
- Добавлены демонстративные сортаменты алюминиевых профилей

Внимание!

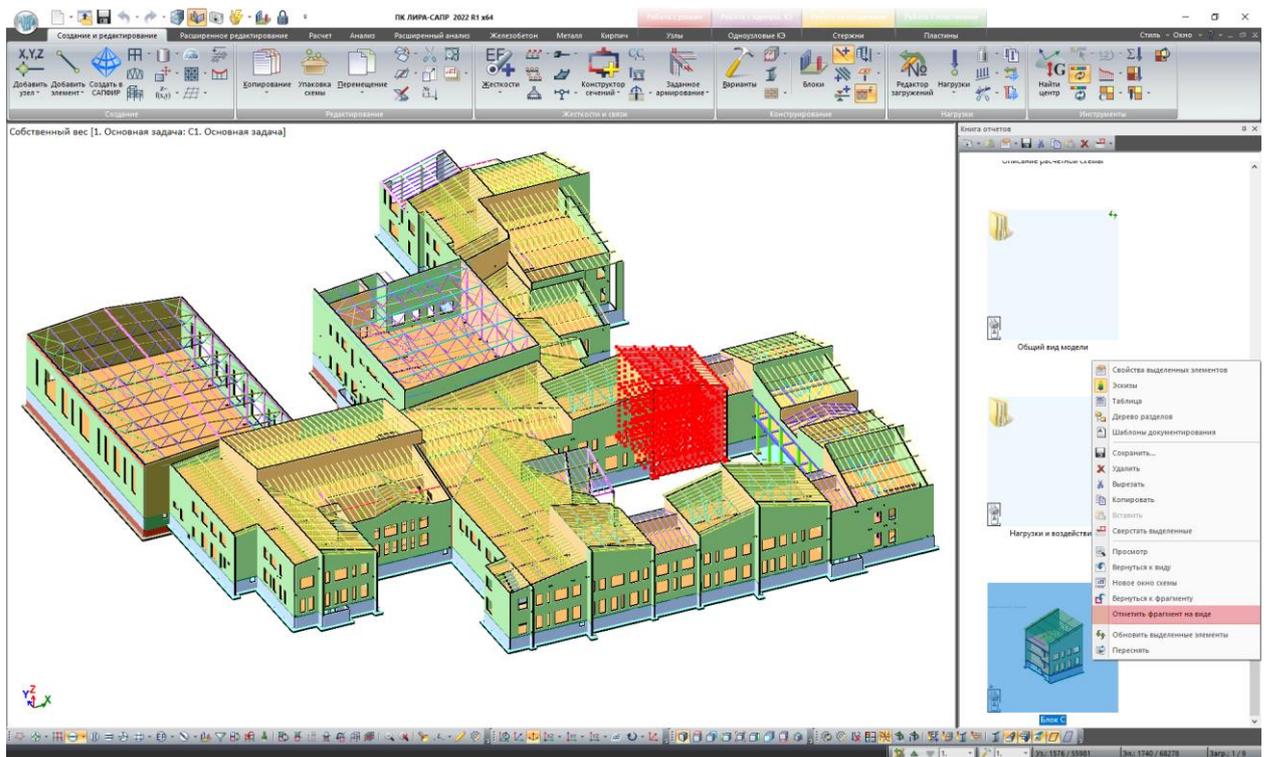
Сортаменты профилей и сплавов могут быть расширены по индивидуальным запросам в группу сопровождения.

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.

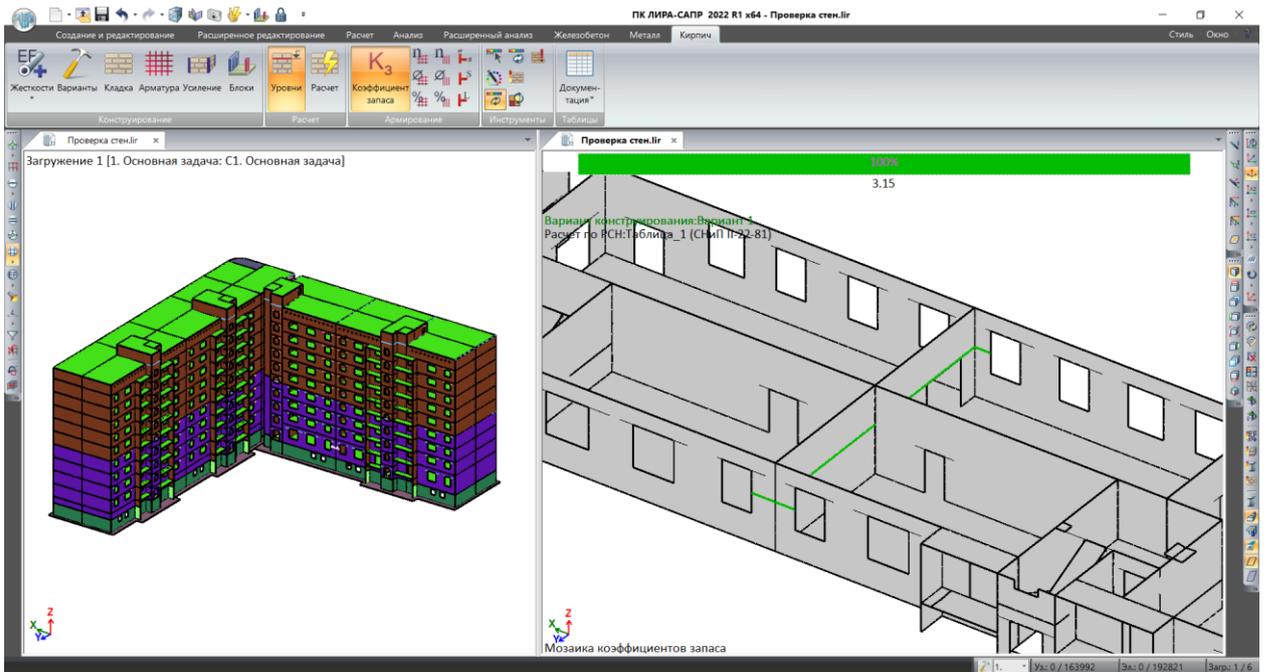
Данный фильтр доступен для всего перечня таблиц результатов, в том числе и для конструирующих систем.



Пример использования команды "Отметить фрагмент на виде"

КИРПИЧ

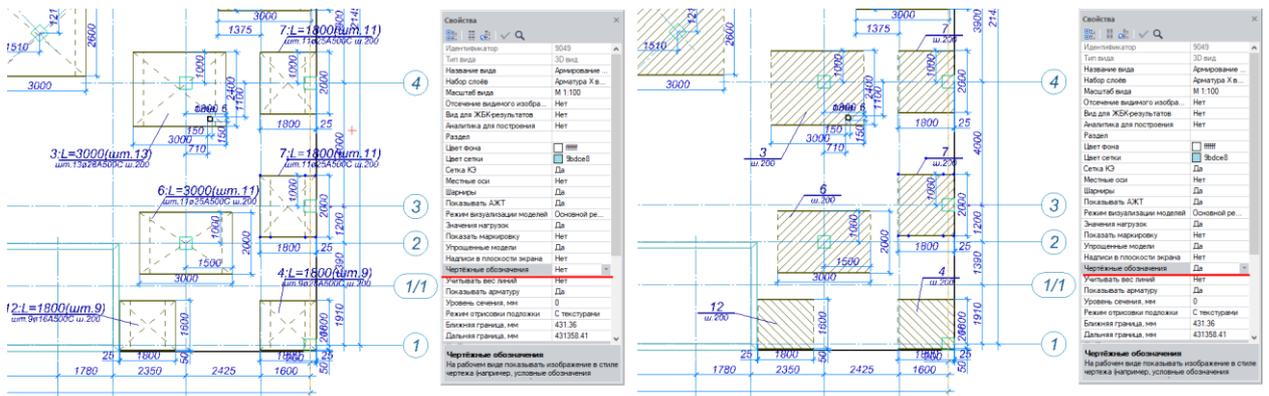
- В новой версии реализована проверка на действие горизонтальной нагрузки с учетом совместной работы поперечных и продольных стен. В основе данного расчёта лежит алгоритм, который автоматически определяет форму простенков, а также анализирует взаимное расположение продольных и поперечных элементов стен. 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

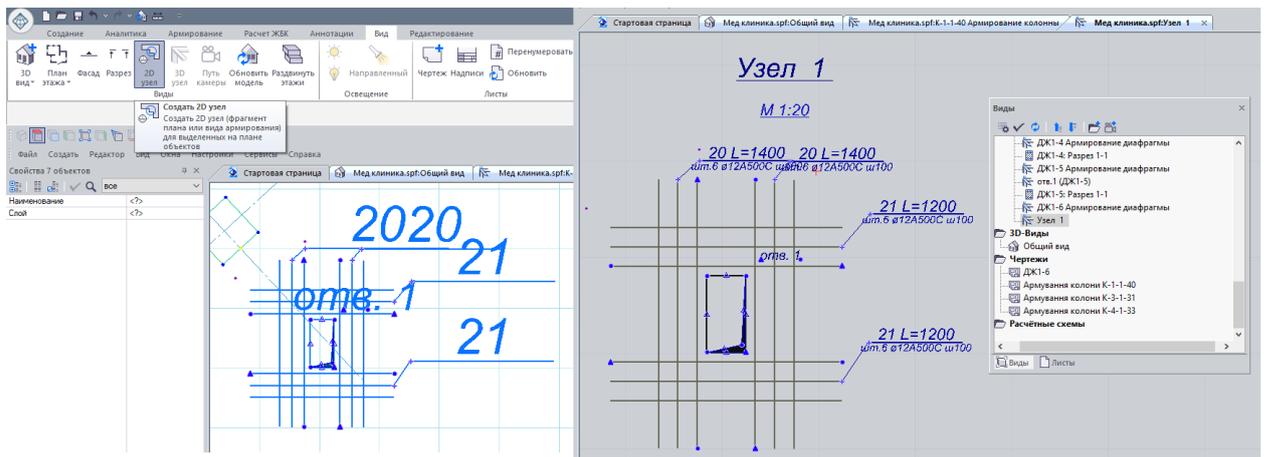
САПФИР-ЖБК

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



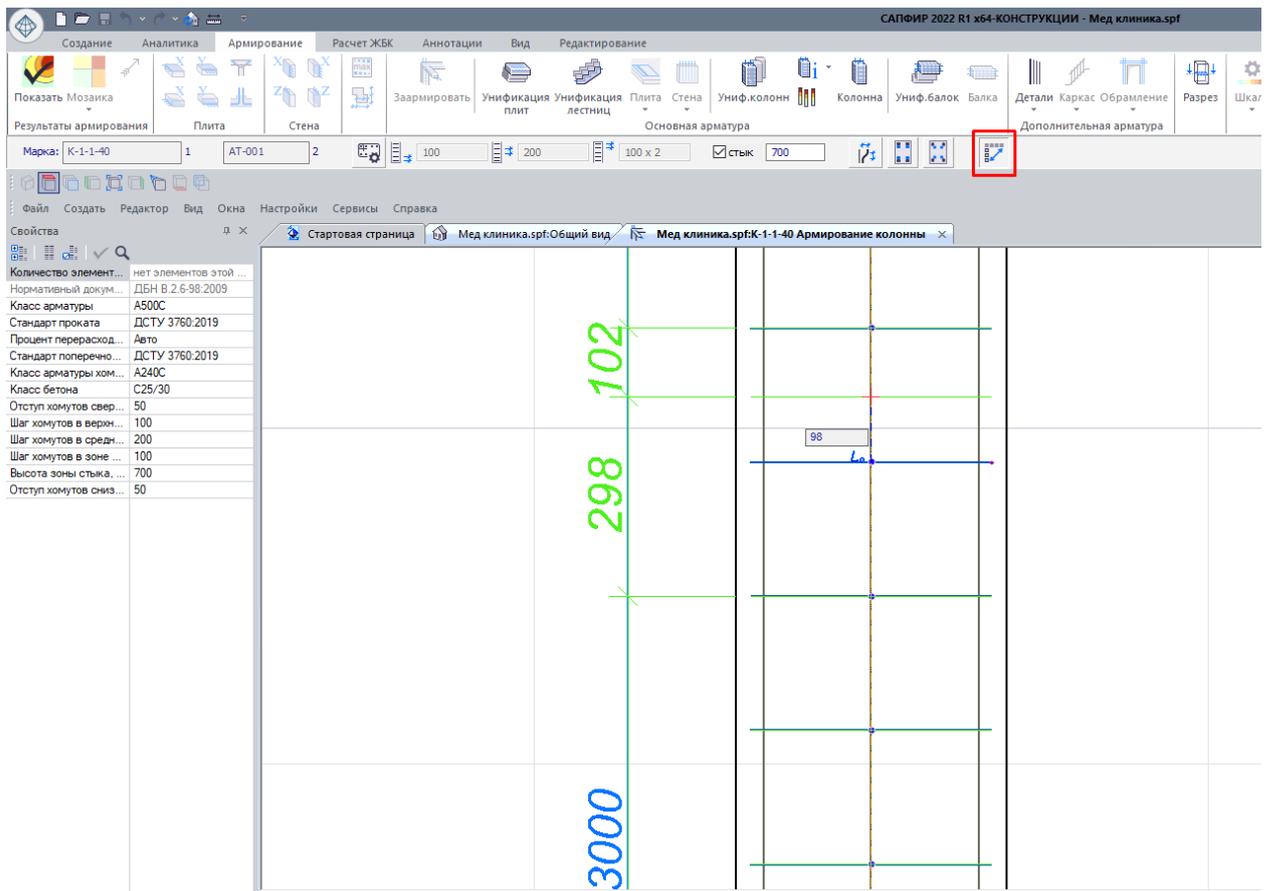
Параметр "Чертежные обозначения"

- 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

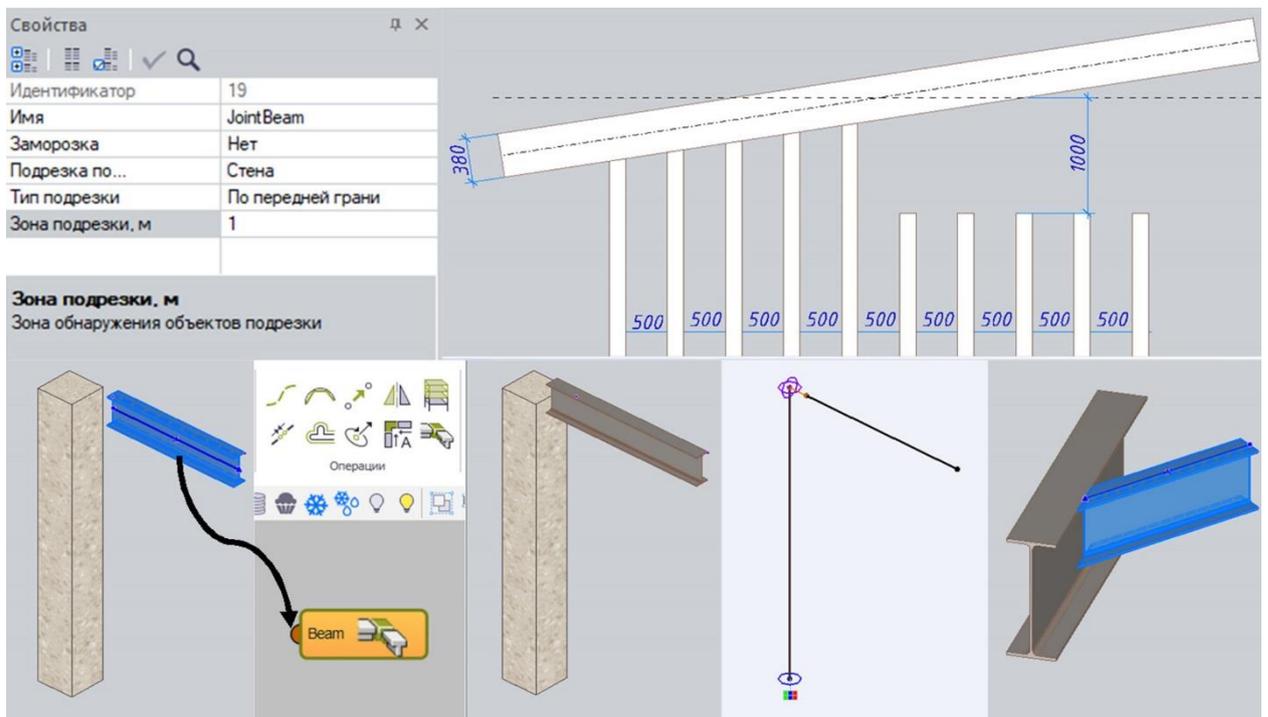
- Для видов армирования диафрагмы добавлена настройка обозначения зон армирования на чертеже.
- Для каркасов продавливания добавлена возможность выполнить изменения класса арматуры в диалоговом окне "[Спецификация арматуры](#)".
- В диалоговое окно "Унификация плит" добавлена визуальная информация в 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.



Ручное редактирование расположения хомутов

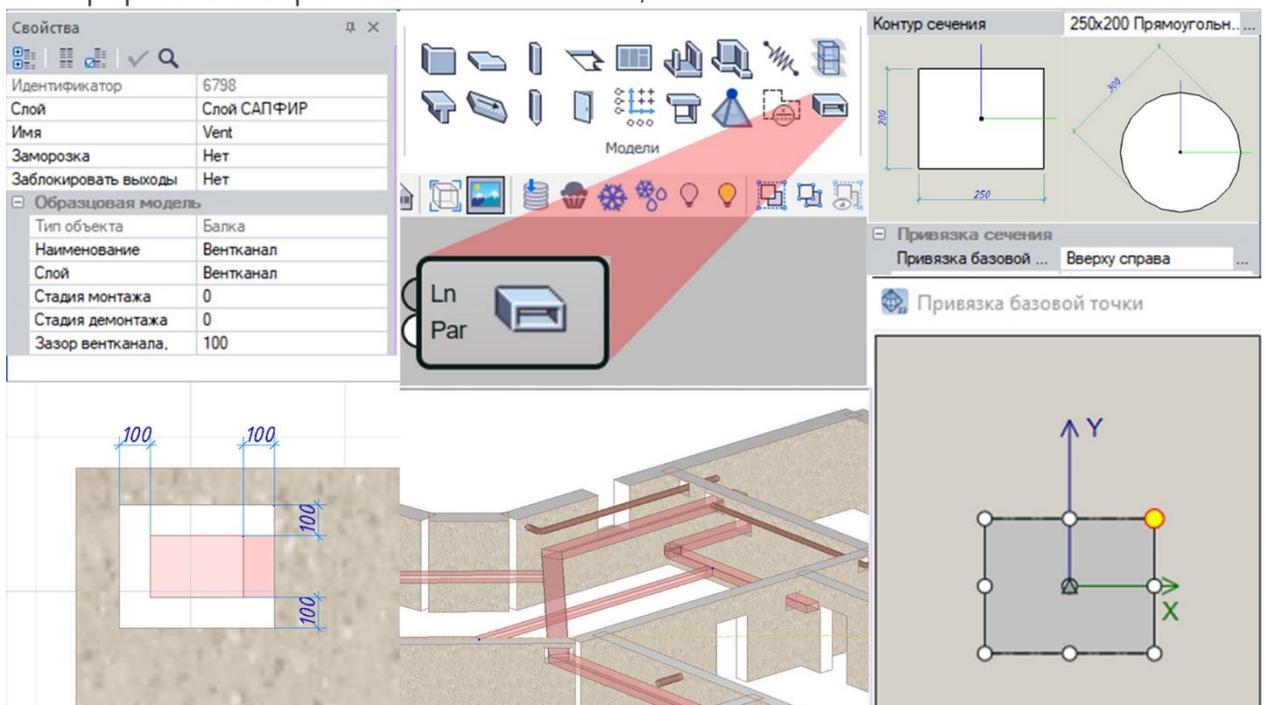
САПФИР-ГЕНЕРАТОР

- 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;



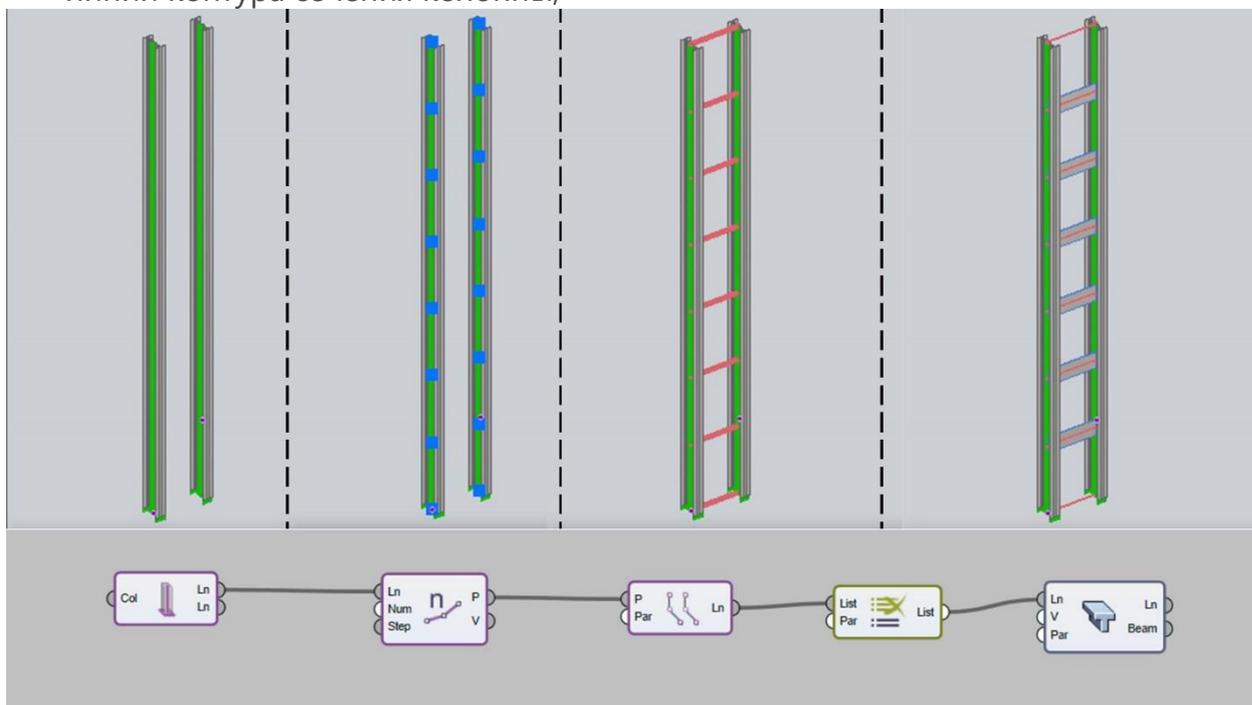
Нод "Подрезка балок"

- "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.

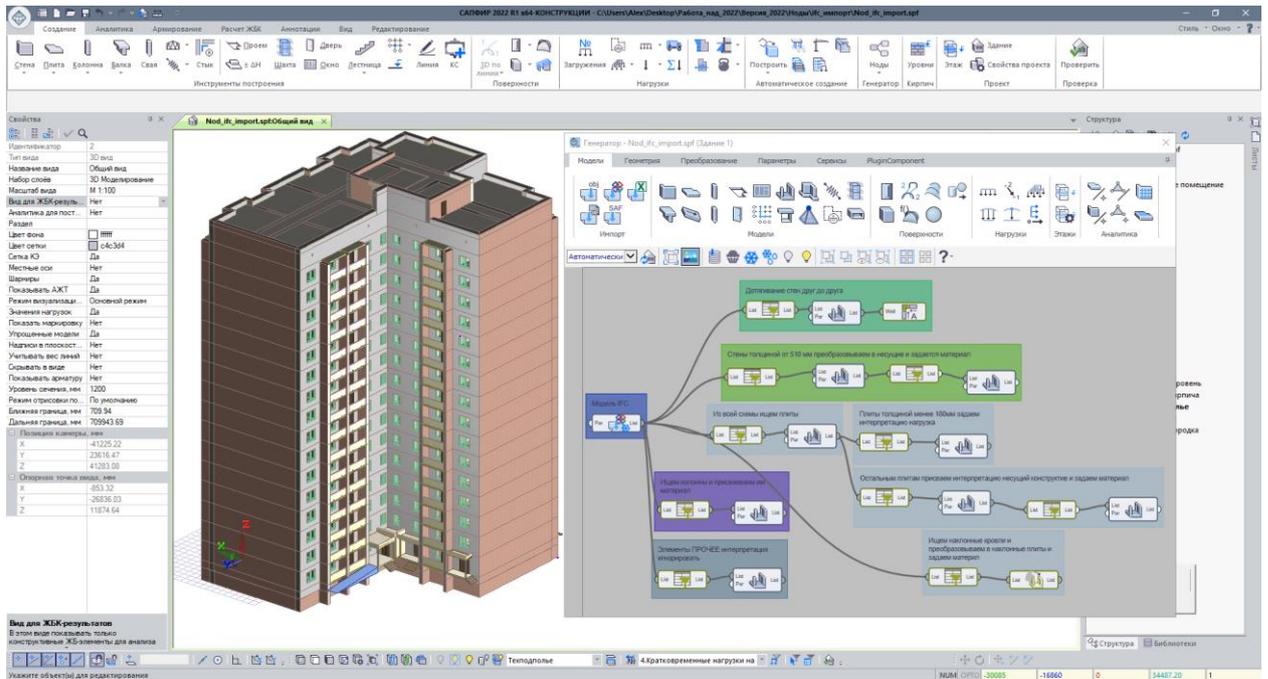
The screenshot displays the IESoft software interface. On the left, an Excel spreadsheet is open, showing a table with columns labeled 'x', 'y', 'Δx', 'Δy', 'x', and 'y'. The data rows are as follows:

	A	B	C	D	E	F
2	x	y	Δx	Δy	x	y
3	4.8	4.2	-0.1	-0.04	4.7	4.16
4	6	4.2	0.05	0.11	6.05	4.31
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
7	6	5.4	0.03	0.09	6.03	5.49
8	7.2	5.4	0.09	0.15	7.29	5.55
9	4.8	6.6	0.11	0.13	4.91	6.73
10	6	6.6	0.1	0.12	6.1	6.72
11	7.2	6.6	-0.04	0.02	7.16	6.63
12	4.8	7.8	-0.1	-0.04		
13	6	7.8	-0.03	0.03		
14	7.2	7.8	0.08	0.14		
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

On the right, the software interface shows a toolbar with icons for 'Импорт' (Import) and 'Модели' (Models). Below the toolbar, a diagram illustrates the data flow: an input box labeled '[E:F]' feeds into a 'sheet' node, which then feeds into a 'cells' node. The 'cells' node outputs to a 'XYZ' node, which in turn feeds into a 'P' node. The 'P' node outputs to a 'Ln' node, which finally outputs to a 'File' node. The 3D model below the diagram shows a grid of points, with a red dot indicating the location of a specific point.

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