Оценка расчетными инструментами SCAD-office несущей способности железобетонной плиты перекрытия, выполненной с нарушением проектных решений

Кабанцев О.В. *(МГСУ),*
Песин К.О. (МонолитСтройПроект

Федеральный закон № 384 (от 30.12.2009 г.): Статья 16 «Требования к обеспечению механической безопасности здания или сооружения»:

4. Расчетные модели (в том числе расчетные схемы, основные предпосылки расчета) строительных конструкций и основания должны отражать действительные условия работы здания или сооружения, отвечающие рассматриваемой расчетной ситуации. При этом должны быть учтены:

1) факторы, определяющие напряженно-деформированное состояние;

2) особенности взаимодействия элементов строительных конструкций между собой и с основанием;

3) пространственная работа строительных конструкций;

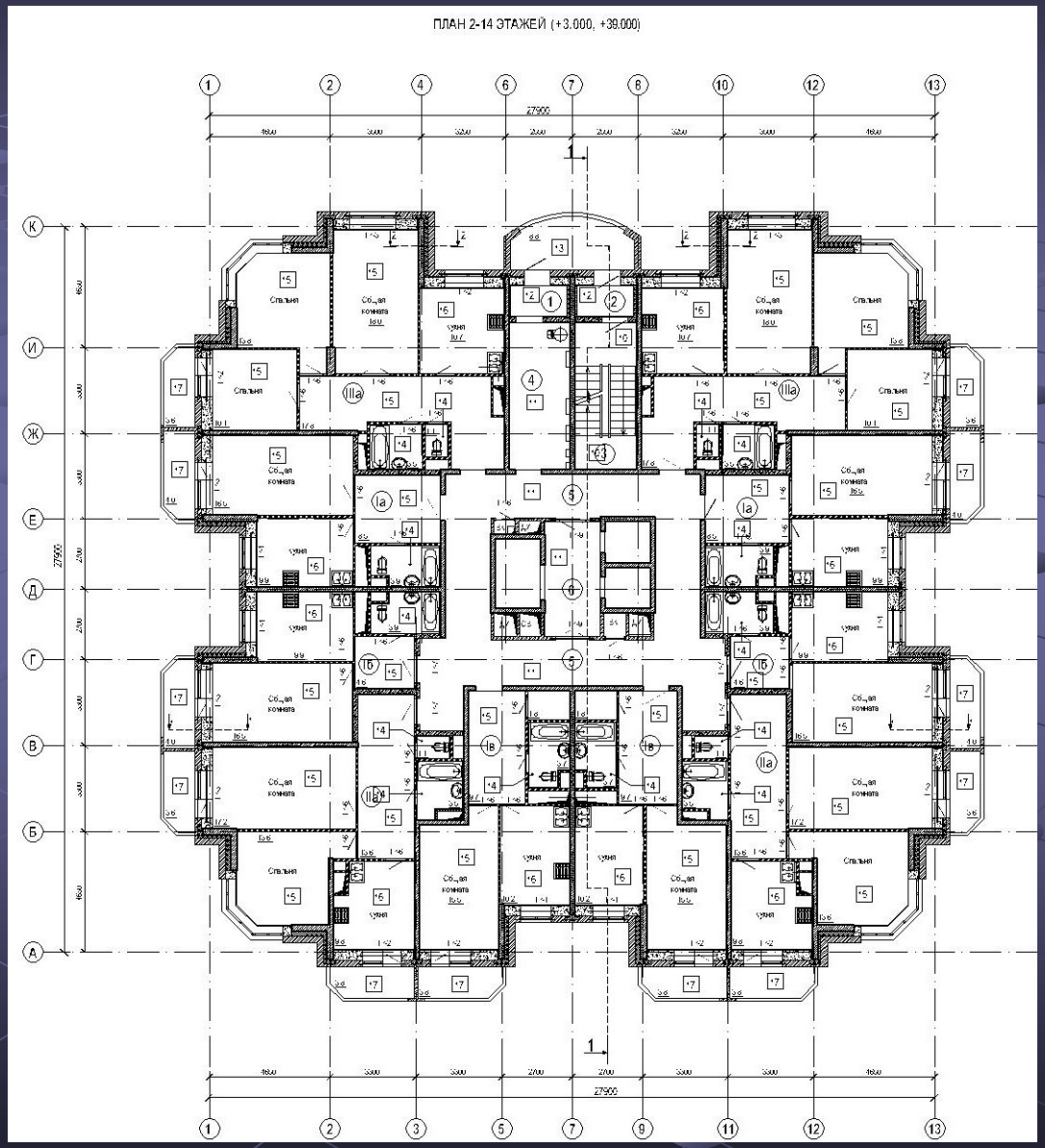
4) геометрическая и физическая нелинейность;

5) пластические и реологические свойства материалов и грунтов;

6) возможность образования трещин;

7) возможные отклонения геометрических параметров от их номинальных значений.

План типового этажа жилого дома

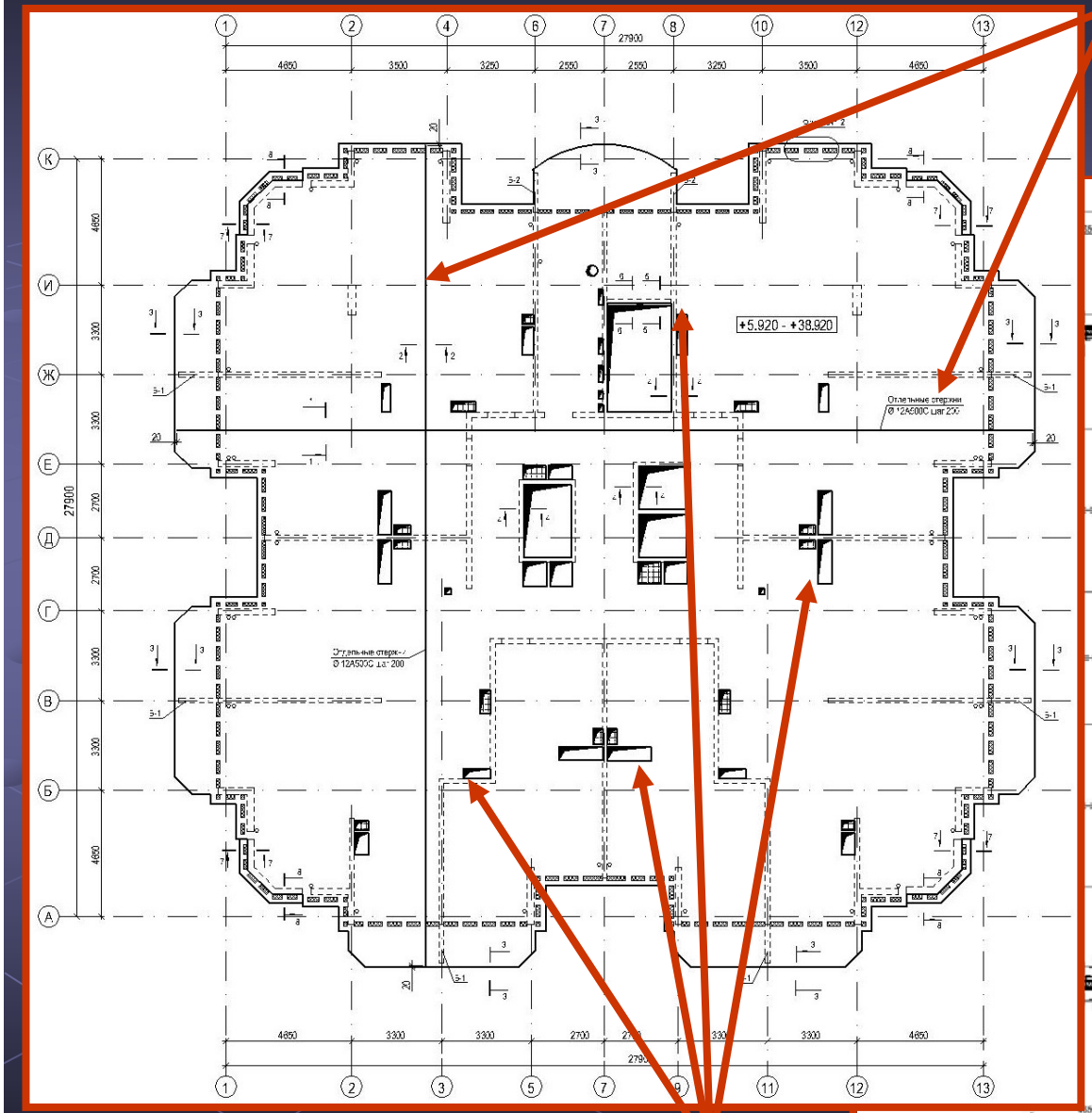


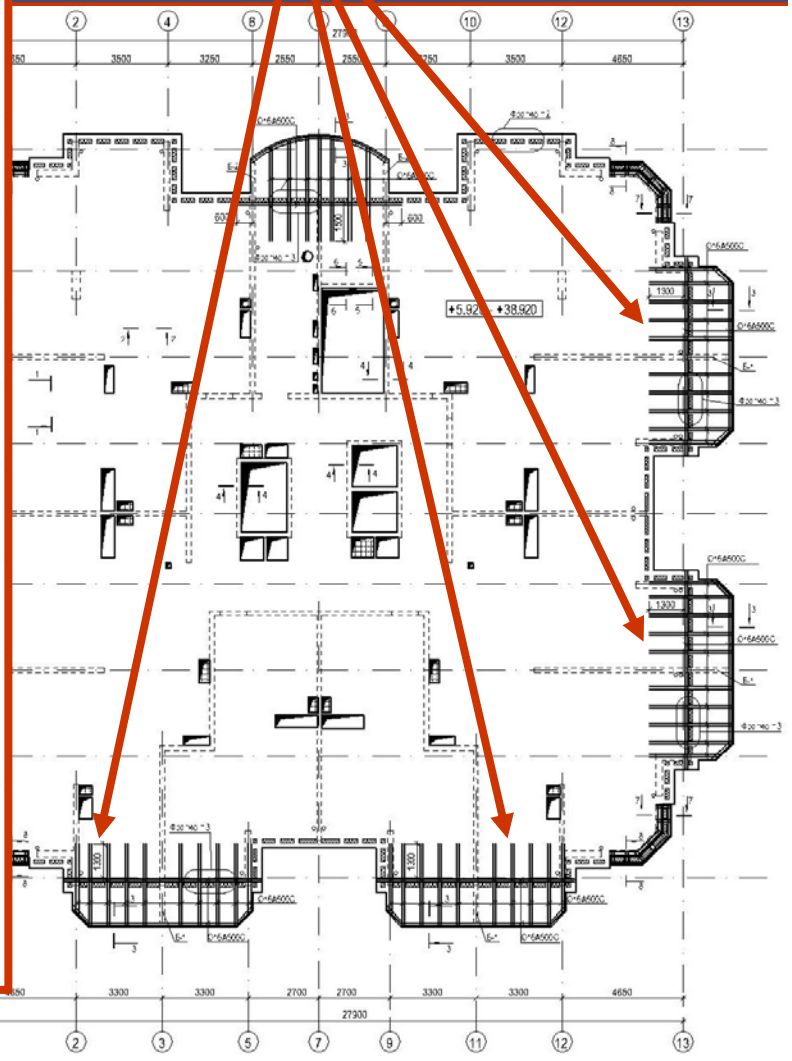
Оценка несущей способности и требуемого усиления существующей железобетонной плиты перекрытия с использованием инструментов SCAD

План армирования плиты перекрытия типового этажа жилого дома

Фоновое армирование:
AS1 = AS2 = AS3 = AS4 = 5,65 см2/м

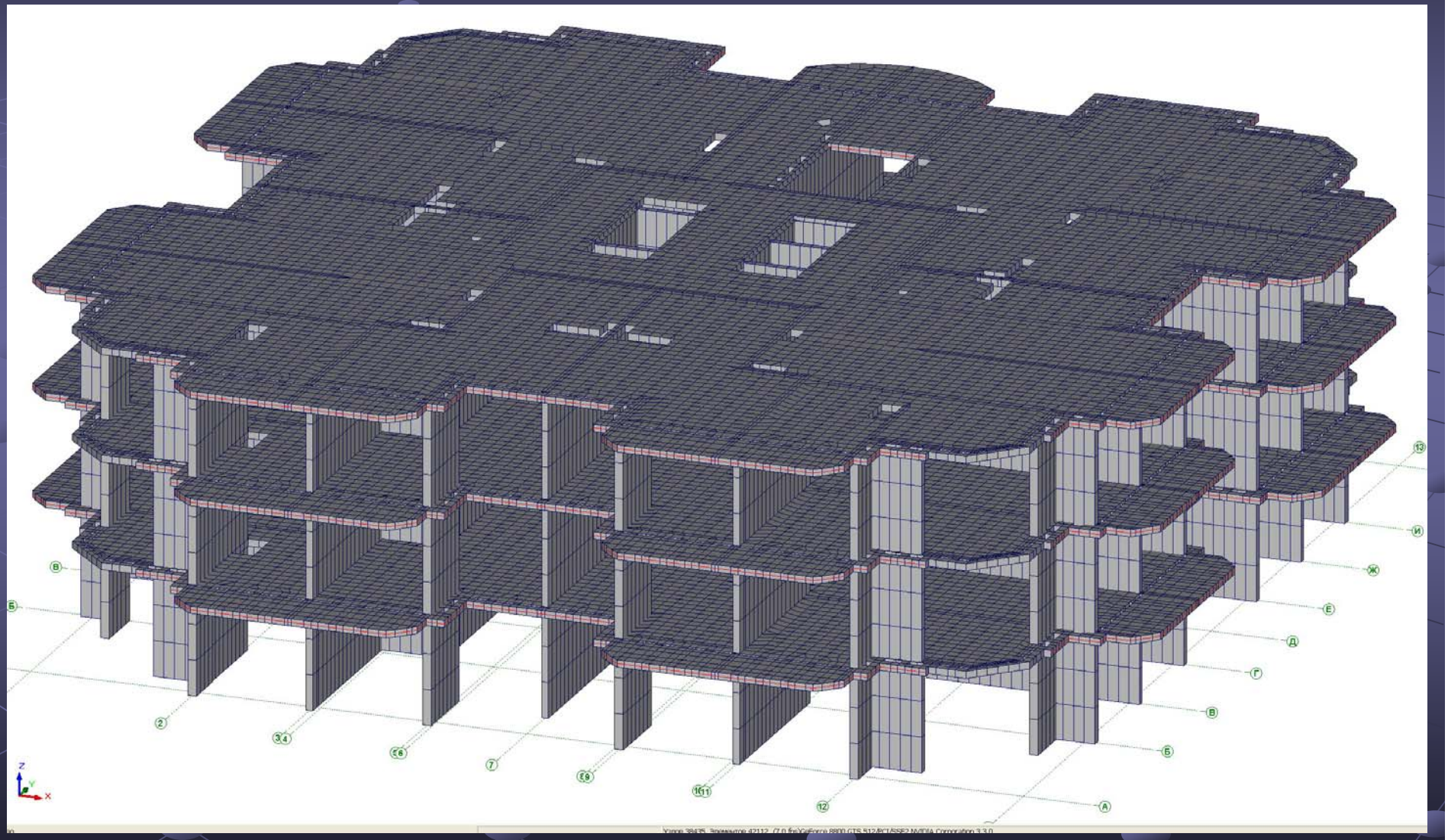
Доп армирование:
2D16 A500 = 5,74 см2/м в зоне установки





Доп армирование обрамления отверстий:
2D12 A500 = 11,31 см2/м в зоне установки

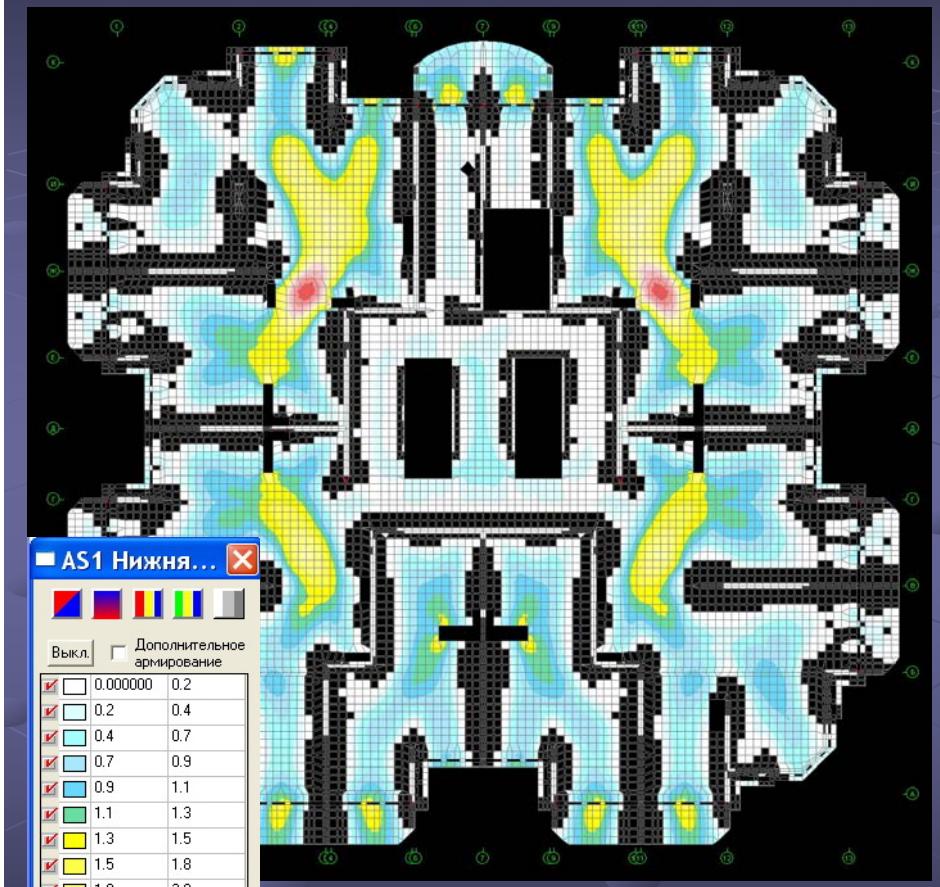
Расчетная модель плиты перекрытия типового этажа жилого дома



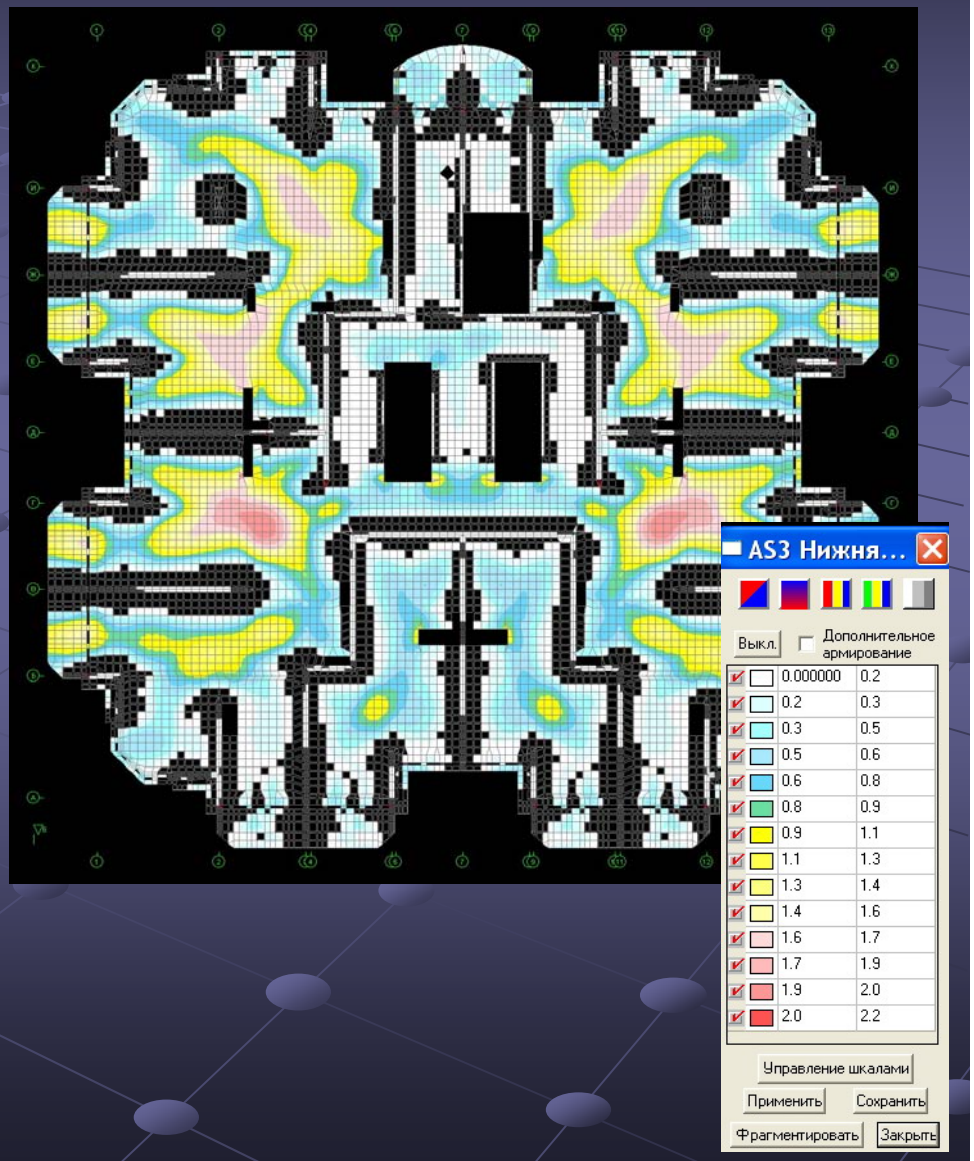
Оценка несущей способности и требуемого усиления существующей железобетонной плиты перекрытия с использованием инструментов SCAD

Расчетное армирование плиты перекрытия типового этажа жилого дома

AS1max=3.1см2/м<<AS1фон = 5,65 см2/м



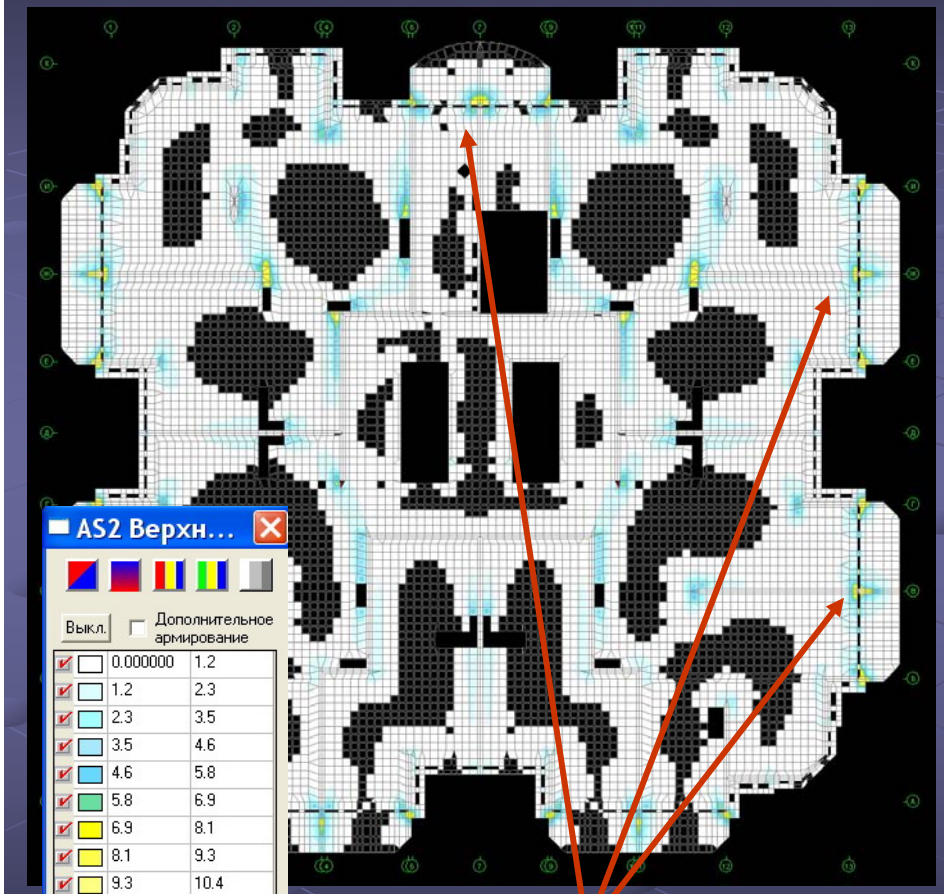
AS3max=2.2см2/м<<AS1фон = 5,65 см2/м



Оценка несущей способности и требуемого усиления существующей железобетонной плиты перекрытия с использованием инструментов SCAD

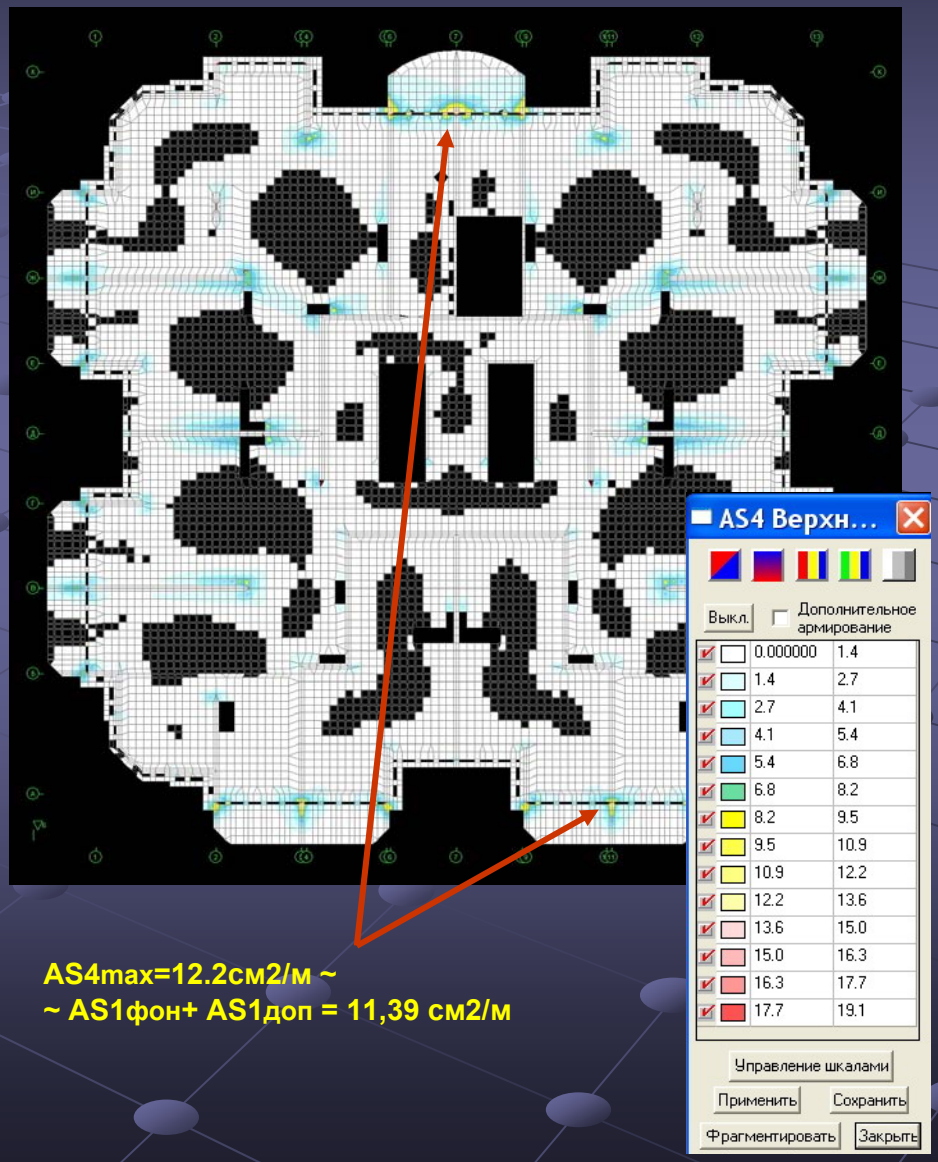
Расчетное армирование плиты перекрытия типового этажа жилого дома

AS2ср=5,8см2/м ~ AS1фон = 5,65 см2/м



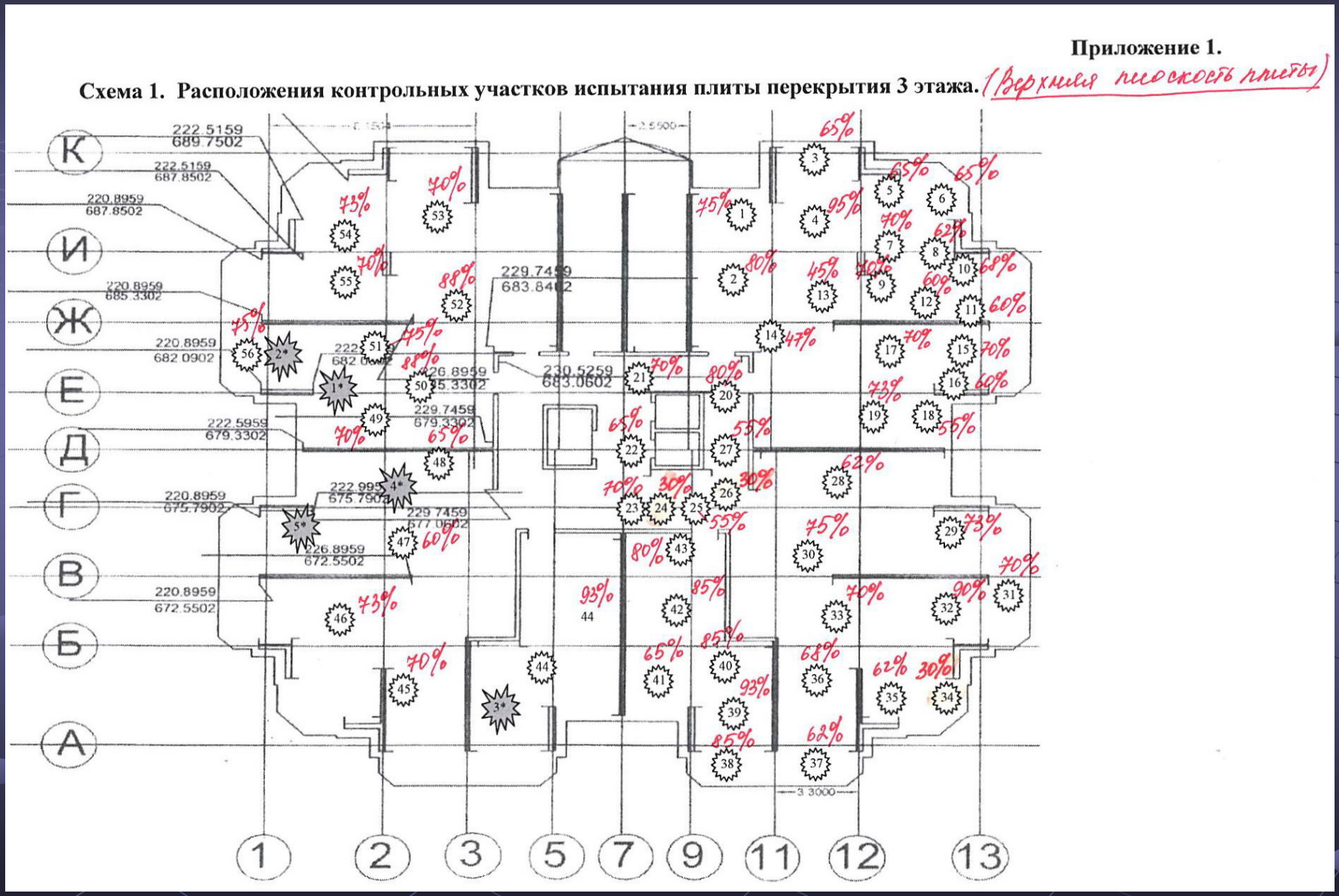
AS2max=11.6см2/м ~
~ AS1фон+ AS1доп = 11,39 см2/м

AS4ср=5,6см2/м ~ AS1фон = 5,65 см2/м

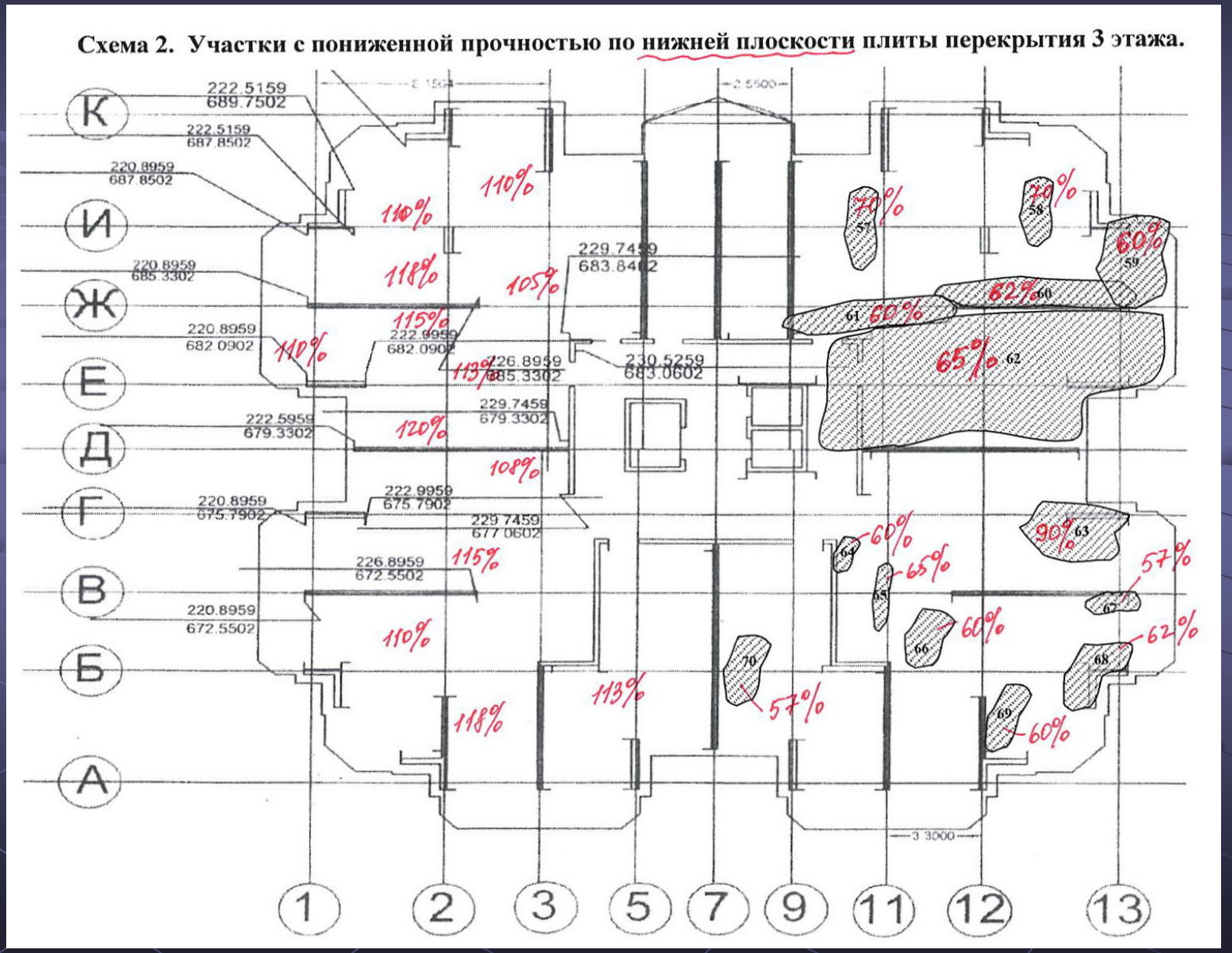


AS4max=12.2см2/м ~
~ AS1фон+ AS1доп = 11,39 см2/м

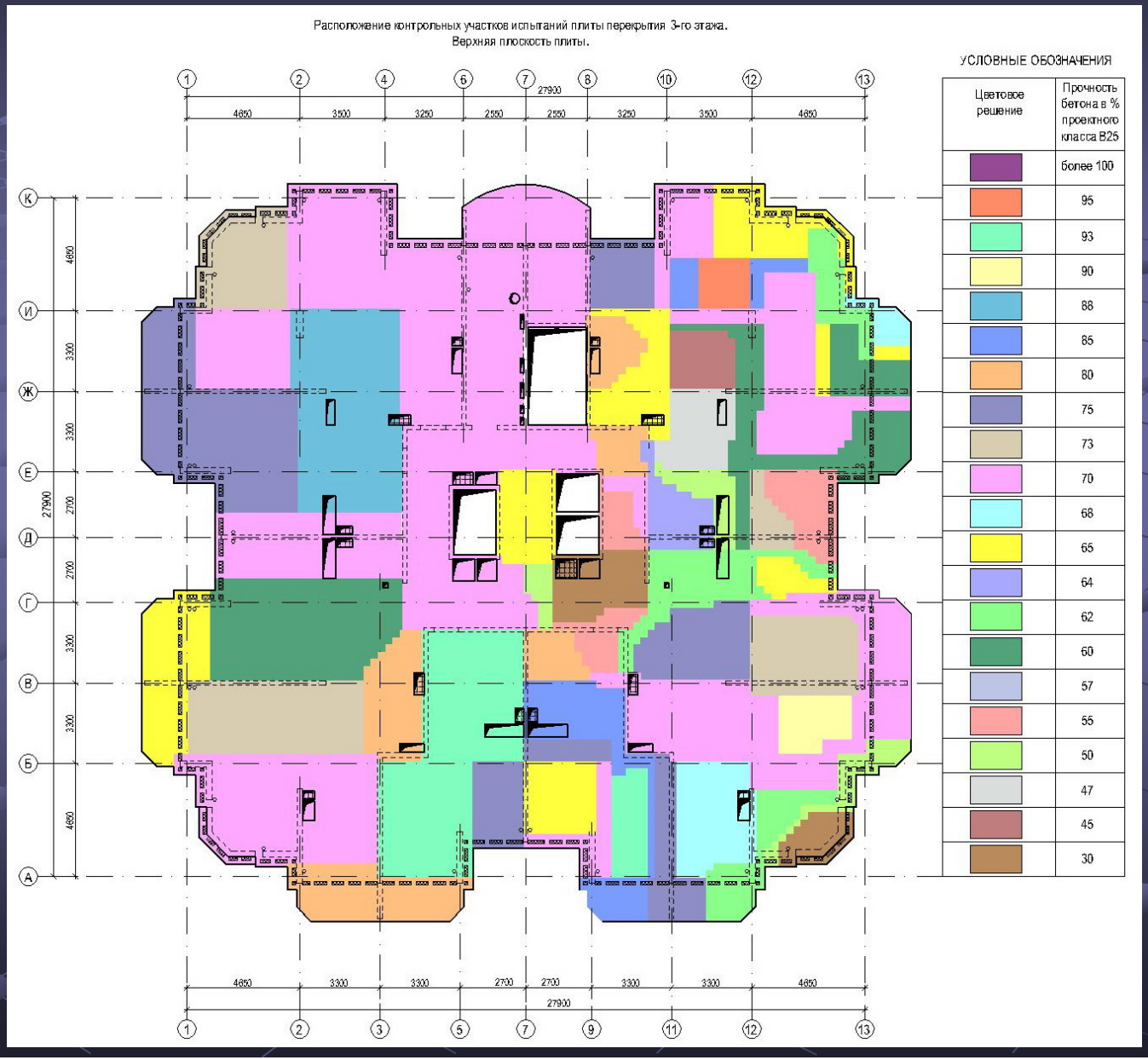
Контроль прочности монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (Верхняя плоскость)



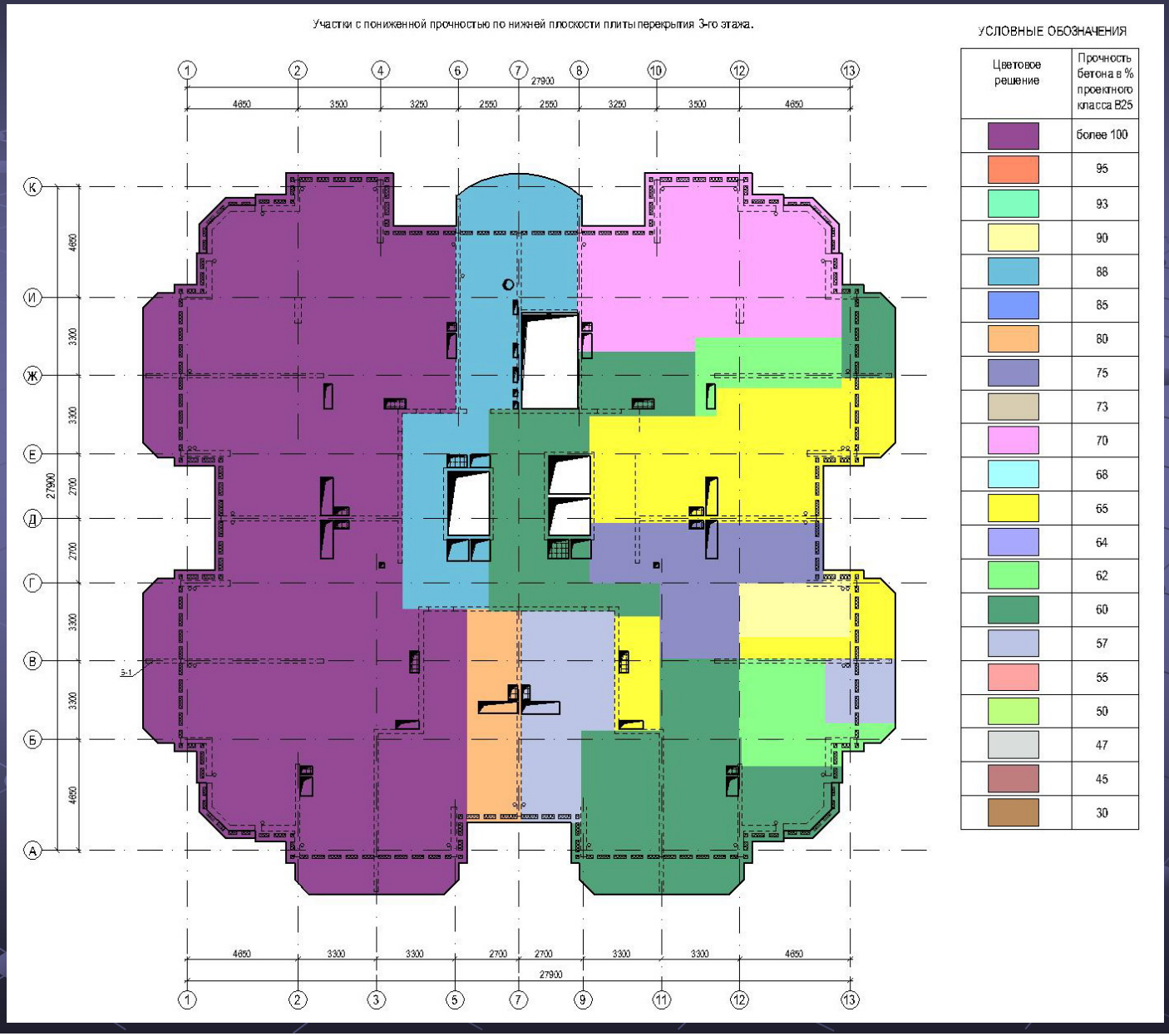
Контроль прочности монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (Нижняя плоскость)



Контроль прочности монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (Верхняя плоскость)



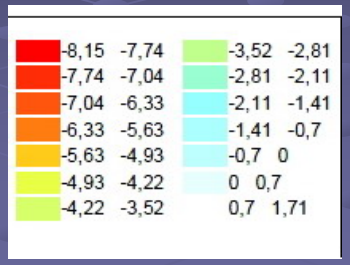
Контроль прочности монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (Нижняя плоскость)



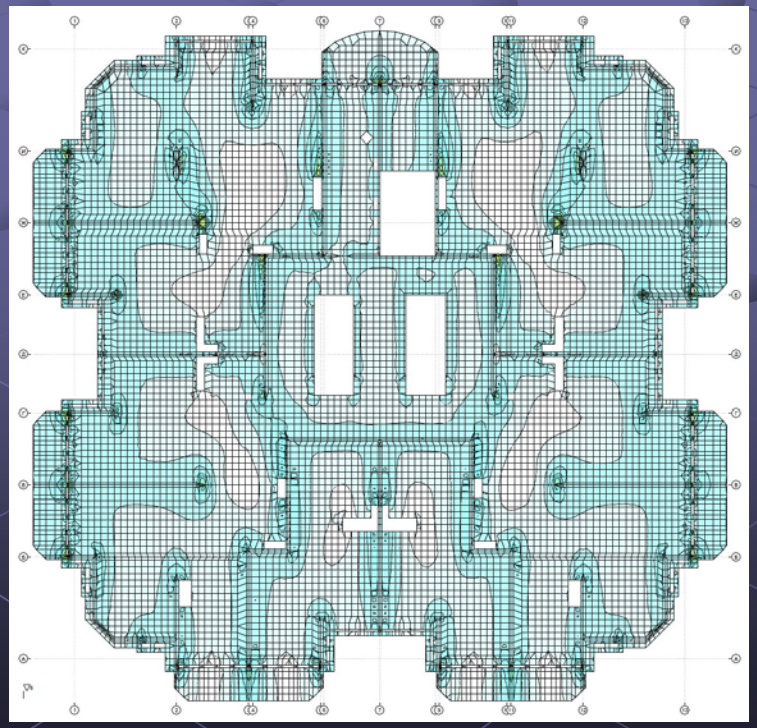
Анализ НДС плиты перекрытия типового этажа жилого дома с учетом участков бетона с пониженной прочностью

Определены значения нагрузок на перекрытие, разработаны расчетные комбинации нагрузок, соответствующие основному расчетному сочетанию

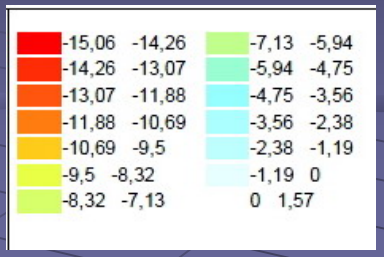
Расчетным путем определены поля напряжений (изгибающие моменты Mx и MY), соответствующие комбинации нагрузок основного расчетного сочетания

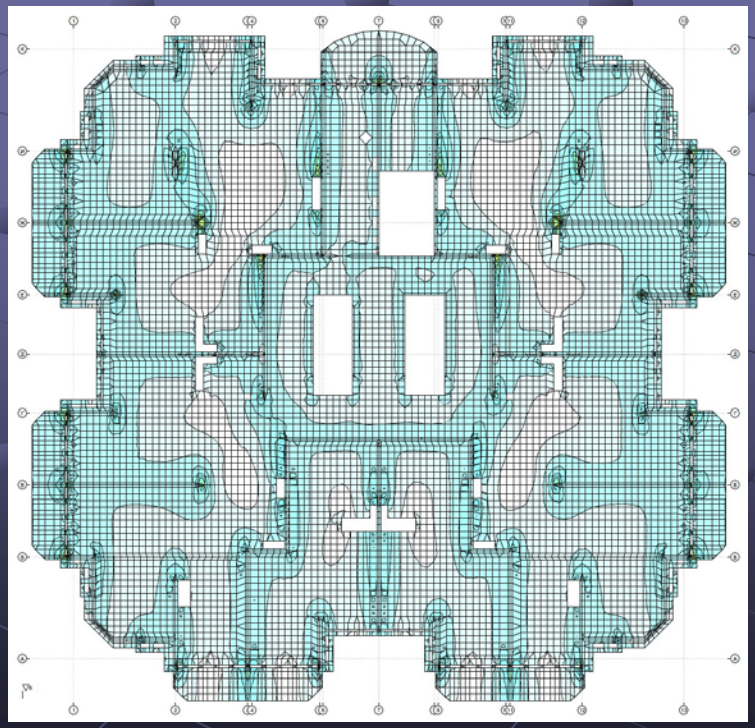


Mx



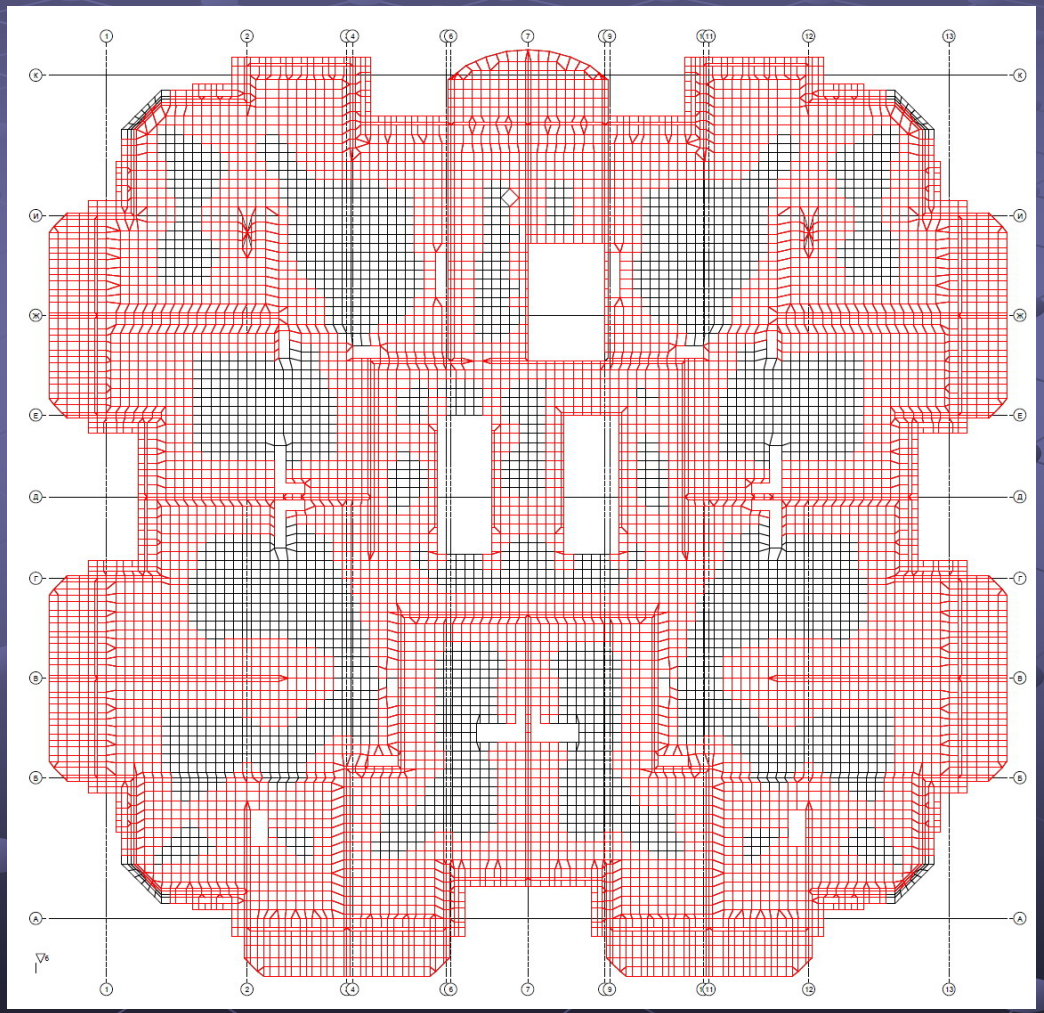
MY





Анализ НДС плиты перекрытия типового этажа жилого дома с учетом участков бетона с пониженной прочностью

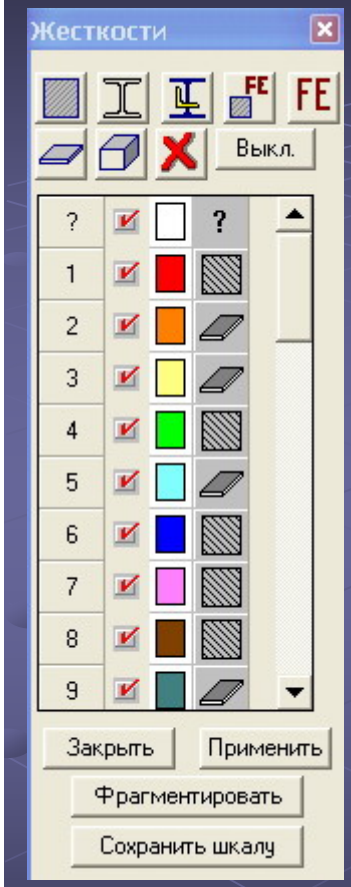
Путем сопоставления зон положительных моментов при действии комбинации нагрузок основного расчетного сочетания определены зоны сжатого бетона перекрытия по нижней и верхней плоскостям

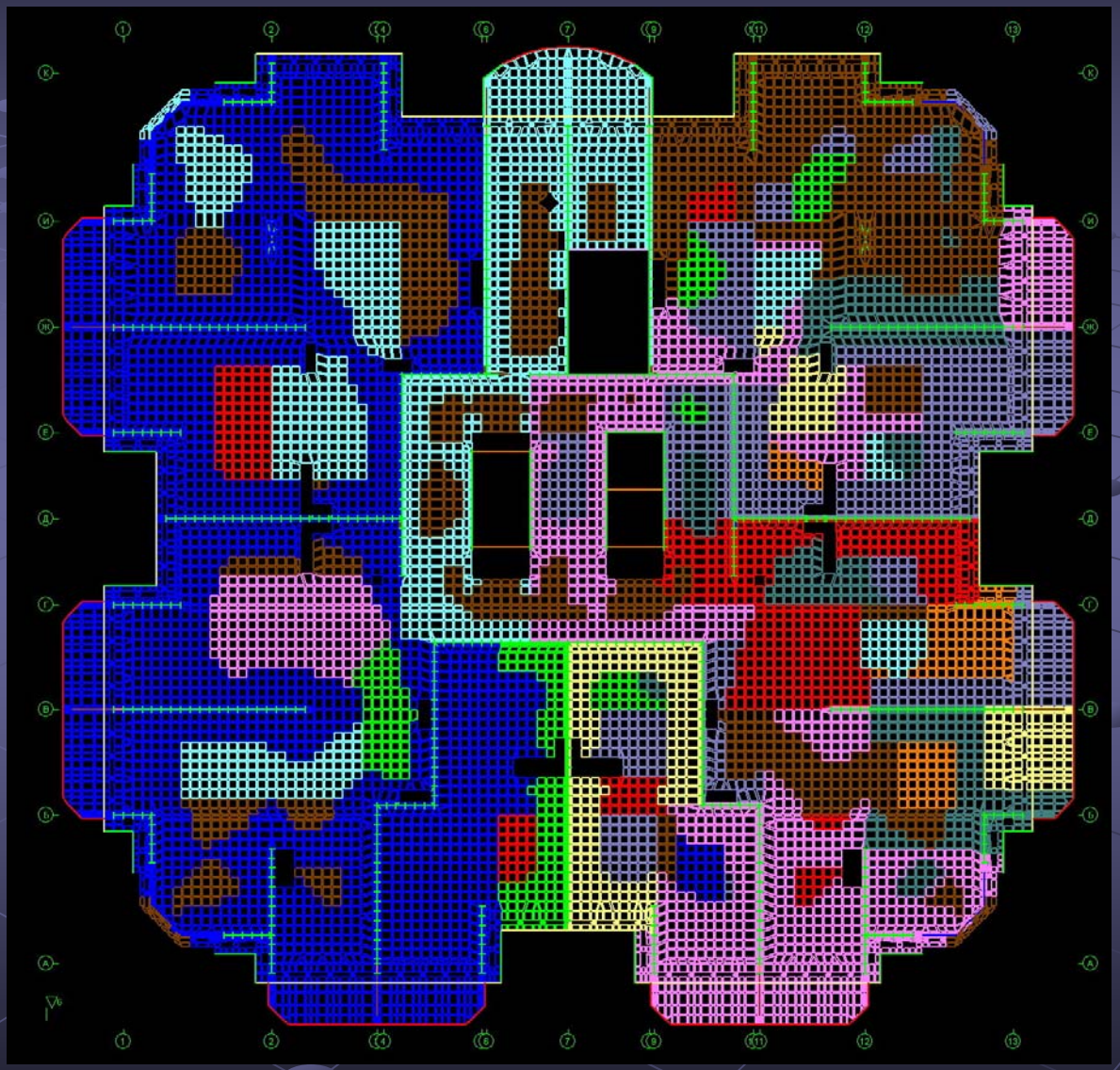


Зоны сжатого бетона по нижней плоскости перекрытия

В зонах сжатого бетона следует учитывать изменение прочностных и деформационных свойств (в зоне растяжения бетон не учитывается в работе сечения)

Распределение жесткостей (прочности - по данным обследования) монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (зоны СЖАТОГО бетона)



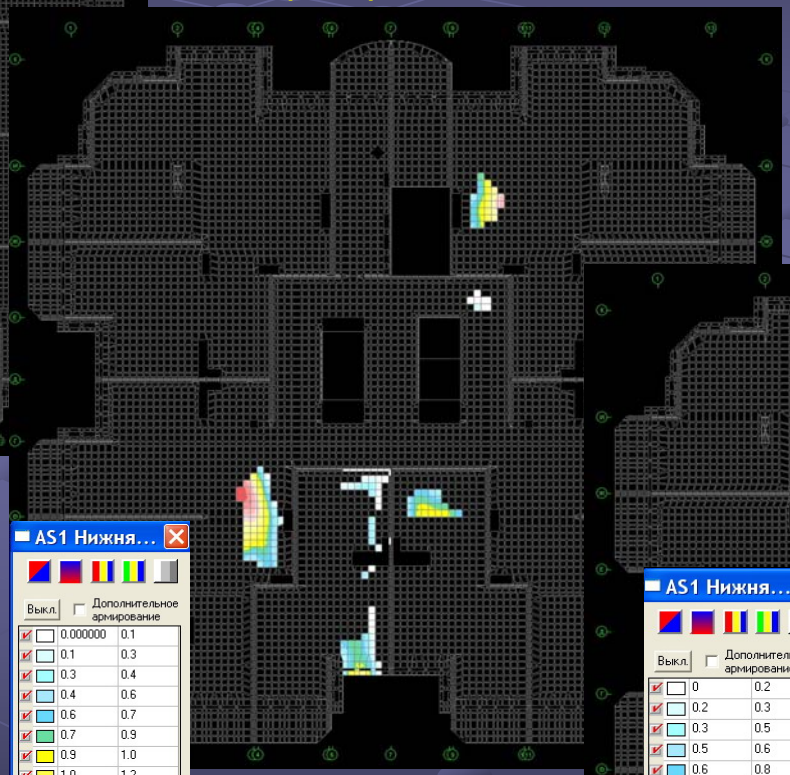


Оценка несущей способности и требуемого усиления существующей железобетонной плиты перекрытия с использованием инструментов SCAD

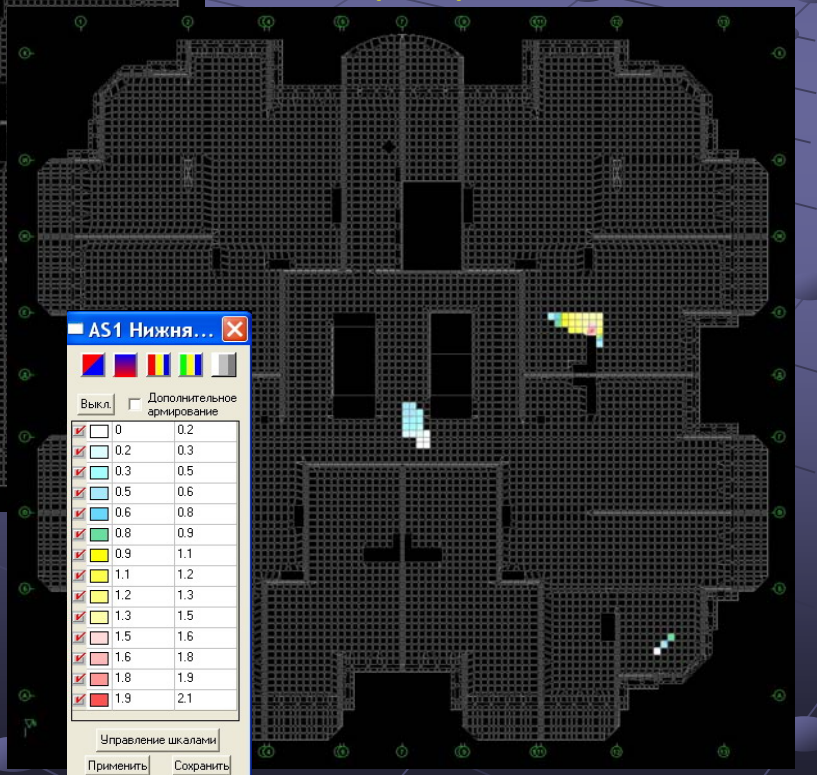
Расчетное армирование (с учетом Rфакт) монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (зоны СЖАТОГО бетона)

AS1 (100%)

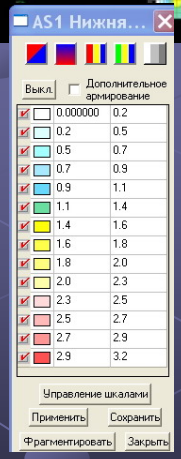
AS1 (80%)

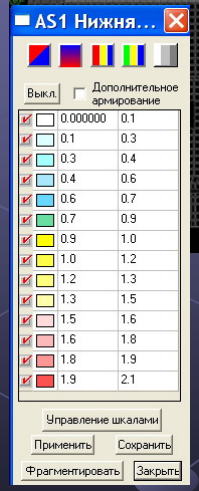


AS1 (50%)



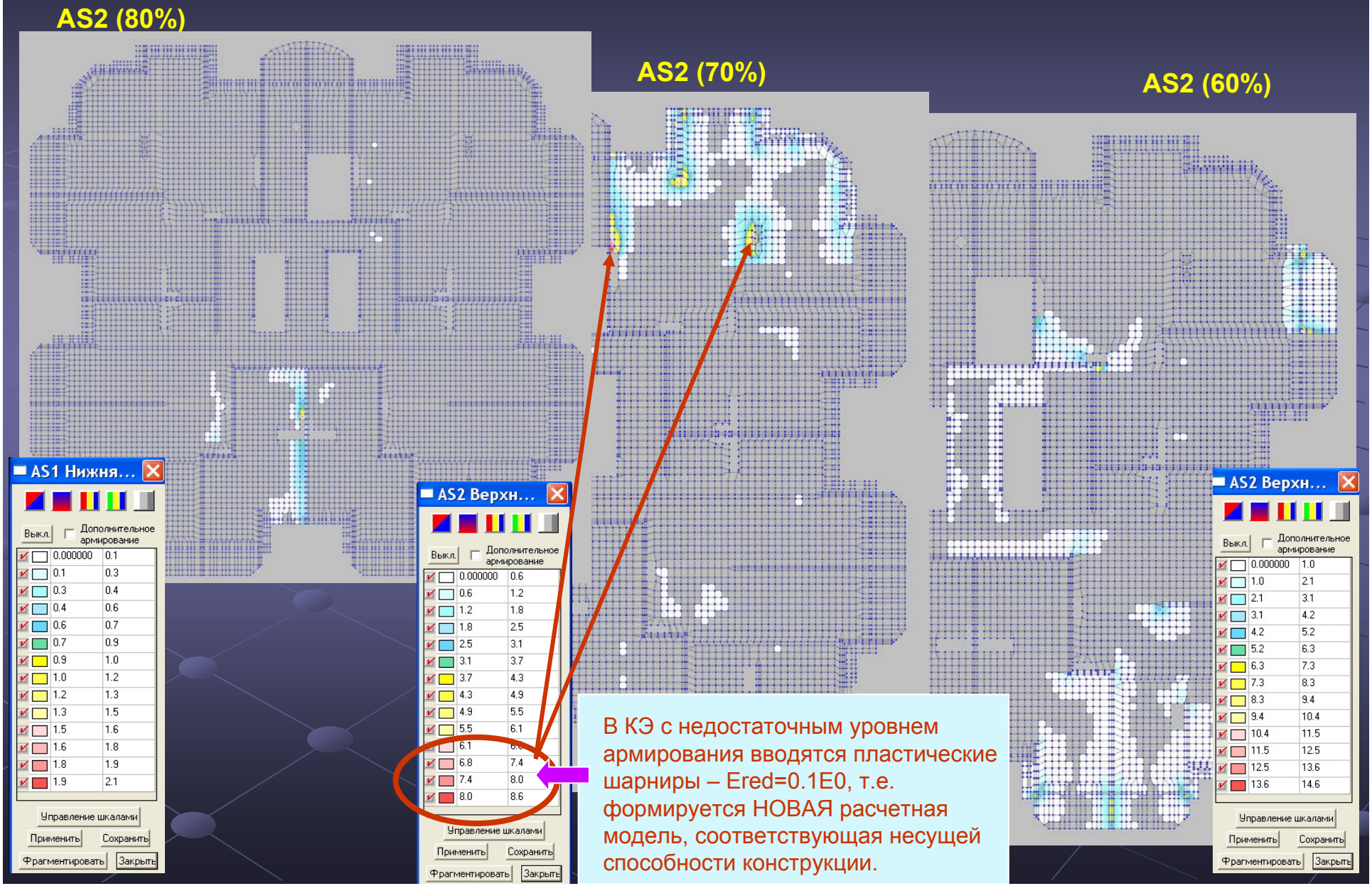
$AS1_{max}DEF=3.2см2/м<<AS1_{фон}$ = 5,65 см2/м





Оценка несущей способности и требуемого усиления существующей железобетонной плиты перекрытия с использованием инструментов SCAD

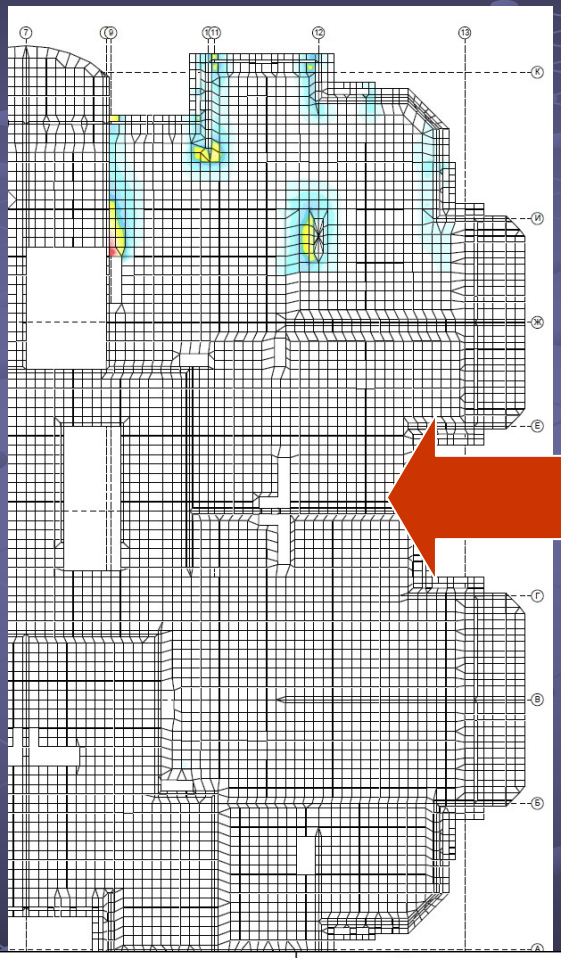
Расчетное армирование (с учетом Rфакт) монолитного перекрытия типового этажа жилого дома (зоны СЖАТОГО бетона)



В КЭ с недостаточным уровнем армирования вводятся пластические шарниры – Ered=0.1E0, т.е. формируется НОВАЯ расчетная модель, соответствующая несущей способности конструкции.

Расчетное армирование монолитного перекрытия типового этажа жилого дома с учетом введения пластических шарниров $E_{red}=0.1E_0$

AS2 (70%)

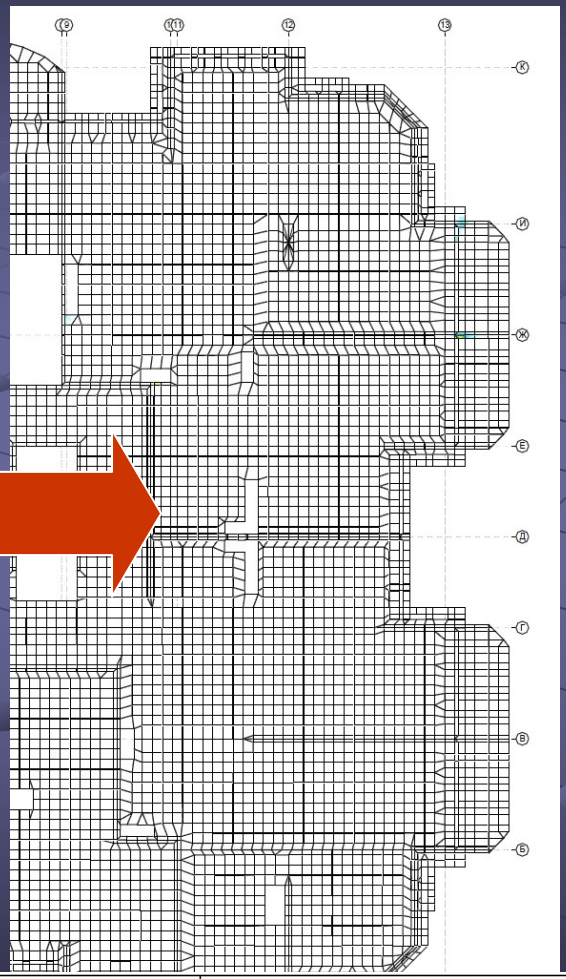


0.000000	0.6	4.3	5.0
0.6	1.2	5.0	5.6
1.2	1.9	5.6	6.2
1.9	2.5	6.2	6.8
2.5	3.1	6.8	7.4
3.1	3.7	7.4	8.0
3.7	4.3	8.0	8.7

Группа армирования : 10 - перекрытие 70%
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: B25
АРМАТУРА :продольная: A500
Учет трещиностойкости. D = 12 мм
АРМАТУРА :поперечная: A240
Ц.т. : a1 = 3, a2 = 3 (см)
Ц.т. : a3 = 3, a4 = 3 (см)

Вывод:
С учетом формирования пластических шарниров в перекрытии и изменения (вследствие этого) расчетной модели происходит перераспределение напряжений в конструкции. Новая схема распределения напряжений обеспечена несущей способностью установленного армирования.

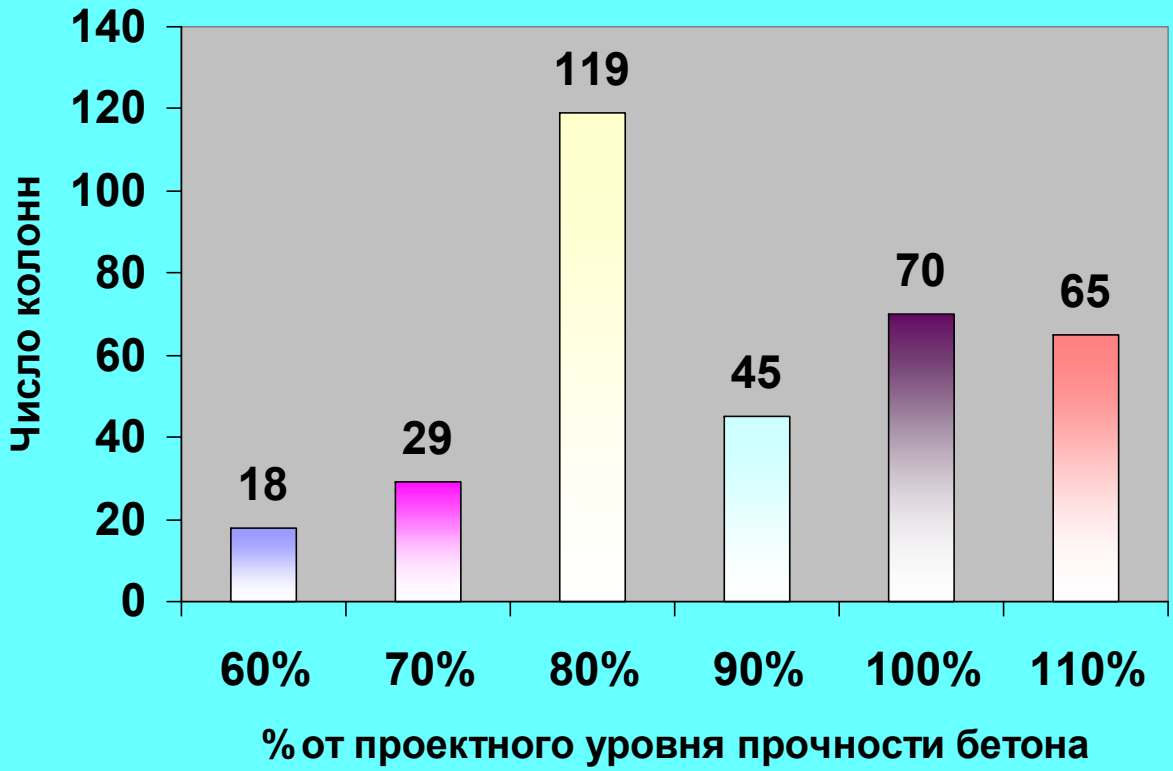
AS2 (60%)



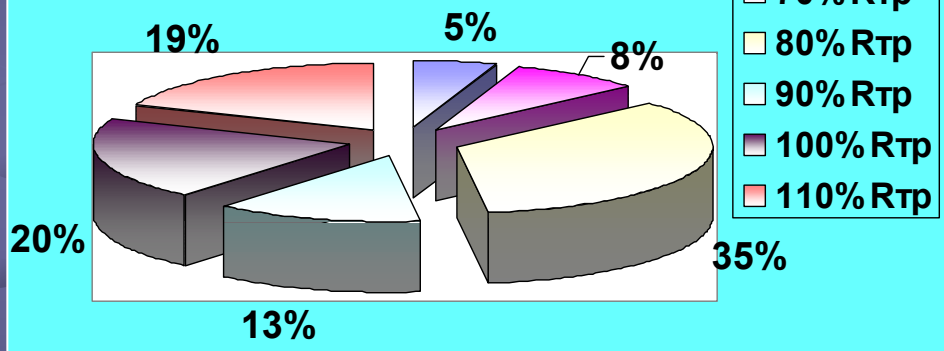
0.000000	5.7	+5.1	10.8
+0.7	6.4	+5.9	11.6
+1.5	7.2	+6.6	12.3
+2.2	7.9	+7.3	13.0
+2.9	8.6	+8.1	13.8
+3.7	9.4	+8.8	14.5
+4.4	10.1	+9.6	15.3

Группа армирования : 15 - перекрытие 60%
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: B25
АРМАТУРА :продольная: A500
Учет трещиностойкости. D = 12 мм
АРМАТУРА :поперечная: A240
Ц.т. : a1 = 3, a2 = 3 (см)
Ц.т. : a3 = 3, a4 = 3 (см)

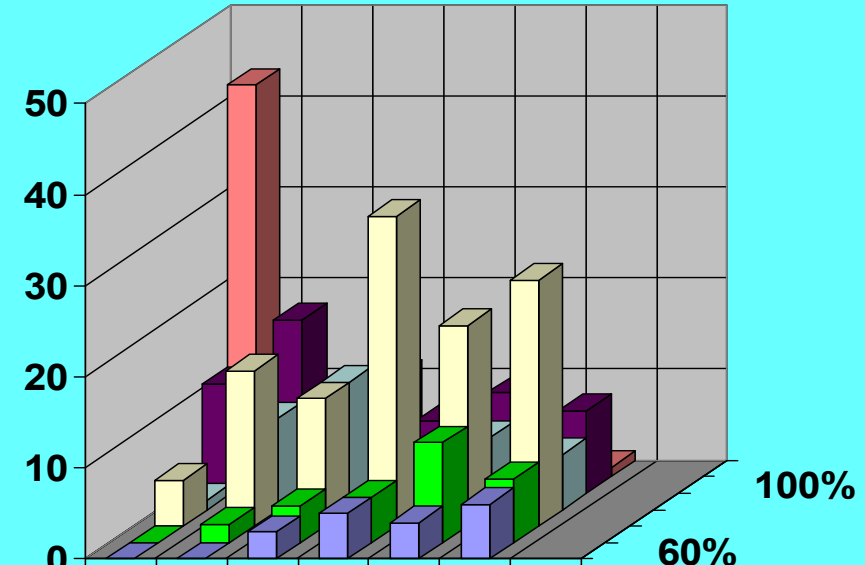
Распределение показателя прочности колонн служебного здания (в целом по обследованной части здания)



Распределение показателя прочности колонн (% от числа колонн) служебного здания (в целом по обследованной части здания)



Распределение показателей прочности бетона колонн служебного здания



	1 этаж	2 этаж	3 этаж	4 этаж	5 этаж	6 этаж
60%	0	0	3	5	4	6
70%	0	2	4	5	11	7
80%	5	17	14	34	22	27
90%	1	10	14	6	8	6
100%	12	19	11	8	11	9
110%	43	9	11	0	1	1

Поверочный расчет системы несущих конструкций с учетом реальных прочностных параметров бетона (т.е. – по НОВОЙ расчетной модели) показал, при НОВАЯ схема распределения напряжений обеспечена несущей способностью установленного армирования.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Заключение о достаточном уровне несущей способности конструкции, имеющей отклонения от проектных решений, дефекты и повреждения, возможно сделать только на основании детального расчета с использованием расчетной модели, отражающей ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ состояние конструкции с учетом перераспределение (относительно проектного уровня) напряжений в конструктивной системе.