



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»  
(РИИ АлтГТУ)

ДЕНИСЕНКО А.А.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОРА МОНТАЖ ПК ЛИРА-САПР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Методические указания к самостоятельной работе  
по курсу «Обследование зданий и сооружений»  
для студентов направления подготовки  
08.03.01 «Строительство» всех форм обучения

Рубцовск 2021

УДК 692

Денисенко А.А. Применение процессора МОНТАЖ ПК ЛИРА-САПР для проектирования усиления строительной конструкции. [Электронный ресурс]: Метод. указ. к самостоятельной работе по курсу "Обследование зданий и сооружений». - Рубцовск: 2020. - 12 с.

Содержат указания по организации нелинейного расчета при проектировании усиления строительных конструкций с применением шагового нелинейного процессора МОНТАЖ ПК ЛИРА-САПР

Рассмотрены и одобрены  
на заседании каф. СиМ  
РИИ АлтГТУ  
Протокол № 8 от 26.04. 2021г.

Рецензент:

И.о. заведующего кафедрой СиМ  
к.т.н. О.А.Михайленко

## **Введение**

Важнейшим понятием обеспечения технической безопасности зданий и сооружений согласно является понятие «жизненный цикл» - период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

Очевидно, такой подход к строительным объектам предполагает рассматривать их состояние с учетом истории проектирования, возведения, эксплуатации и т.д. Необходимость учета «стадийного» существования здания или сооружения особенно очевидна при проектировании способа усиления строительных конструкций. В этом случае могут изменяться жесткости элементов, нагрузки, условия закрепления и др. Таким образом, на каждой стадии, как правило, возникает модифицированная расчетная схема, в которой уже накоплены напряжения, деформации, дефекты и повреждения от предшествующих стадий.

В связи с этим проектирование усиления конструкций желательно выполнять при помощи нелинейных моделей, в которых закон Гука не выполняется.

В методических указаниях рассмотрено применение специализированного процессора МОНТАЖ программного комплекса ЛИРА-САПР для осуществления постадийного анализа работы усиливаемой конструкции.

## **Проектирование усиления стальной балки**

### ***Расчетная ситуация***

Имеется стальная двутавровая балка 26Б1 на двух шарнирных опорах под нагрузкой 1000 кг/м. Для выполнения реконструкции требуется усилить балку таким образом, чтобы при увеличении нагрузки до 2500 кг/м максимальный прогиб не превысил 24 мм.

### ***Поверочные расчеты***

1. Выполнить расчет конструкции на действующую нагрузку
2. Смоделировать последовательность усиления:
  - разгрузить конструкцию до 500 кг/м;
  - приварить снизу к существующей балке замкнутую прямоугольную сварную трубу 140x120x7;
  - догрузить усиленную балку до максимальной нагрузки 2500 кг/м.

### ***Расчет конструкции на действующую нагрузку***

Исходная балка (рис. 1) под исходной нагрузкой 1000 кг/м имеет прогиб 20 мм (рис. 2).

### ***Особенности применения процессора МОНТАЖ***

Процессор МОНТАЖ находится в меню НАГРУЗКИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАГРУЖЕНИЙ.

Процессор МОНТАЖ позволяет смоделировать все основные виды нелинейности. При его использовании на каждой стадии можно манипулировать только с элементами: нельзя добавлять или убирать иные объекты, например, связи, абсолютно жесткие тела и др. Все элементы должны быть в схеме с самого начала – далее указываются постадийно.

### ***Создание расчетной схемы***

Общий вид усиленной балки приведен на рисунке 3. Для моделирования использован признак схемы 2 – плоская рама. В схеме применены универсальные стержневые элементы №10. Связи – линейные -

наложены на крайние узлы балки. Левая опора – шарнирно-неподвижная, правая – подвижный шарнир (при расчете усиленной конструкции вид связей следует строго обеспечить).

Существующая балка и усиливающий элемент представлены в виде стержней на уровне продольных осей (рис. 4). Высота двутавра составляет 258 мм; высота усиливающего профиля 140 мм. Таким образом, расстояние между осями составляет 199 мм. Для организации связи между узлами элементов балки и трубы применена процедура «абсолютно жесткие тела - АЖТ». АЖТ попарно связывают соответствующие узлы и обеспечивают применение гипотезы плоских сечений для составного стержня.

В процессоре МОНТАЖ количество загрузок равно числу стадий. Поэтому приняты три загрузки:

загрузка 1 – равномерная нагрузка на балку 1000 кг/м, направленная вниз;

загрузка 2 – равномерная нагрузка на балку 500 кг/м, направленная вверх (так моделируется разгрузка балки);

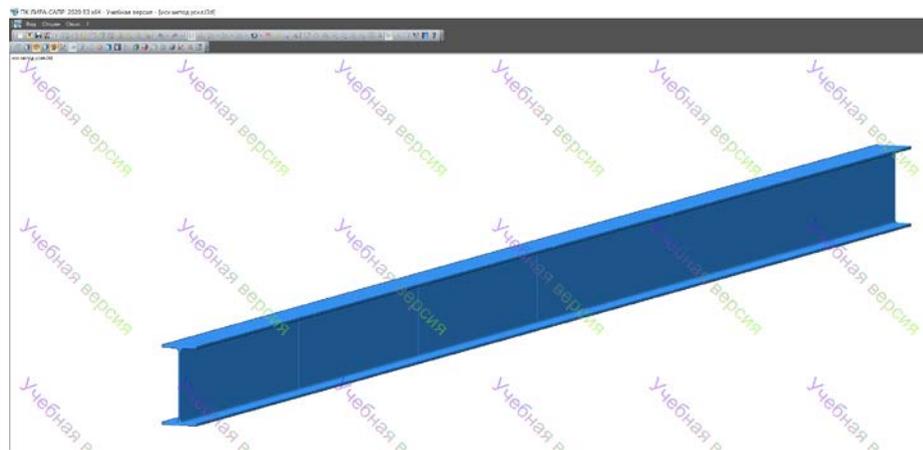
загрузка 3 – равномерная нагрузка на балку 2000 кг/м, направленная вниз.

Таким образом, в конце третьей стадии на балку будет действовать суммарная нагрузка 2500 кг/м.

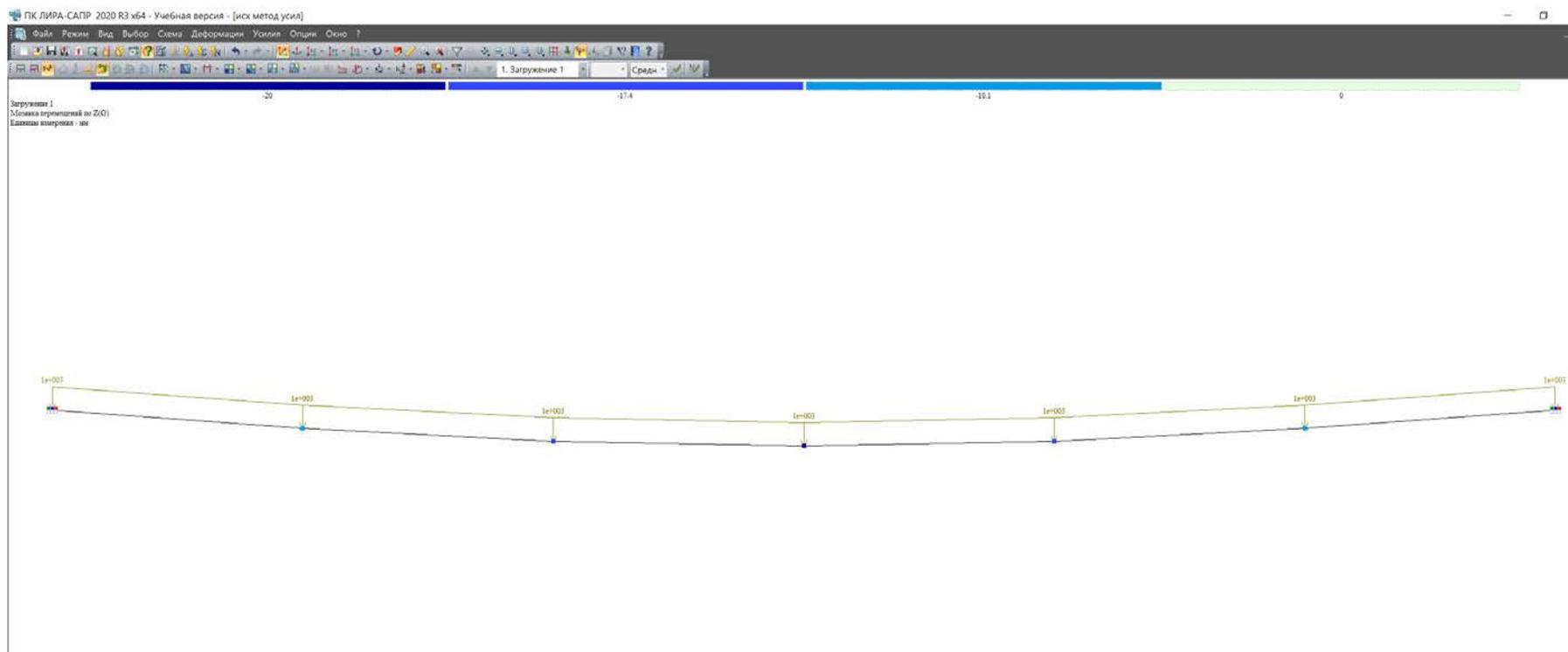
*На первой стадии* в списке монтируемых элементов – только элементы 1-14 основной балки (рис. 5). Остальные элементы пока не смонтированы, поэтому на первой стадии не отображаются.

*На второй стадии* (рис. 6) список монтируемых элементов пустой.

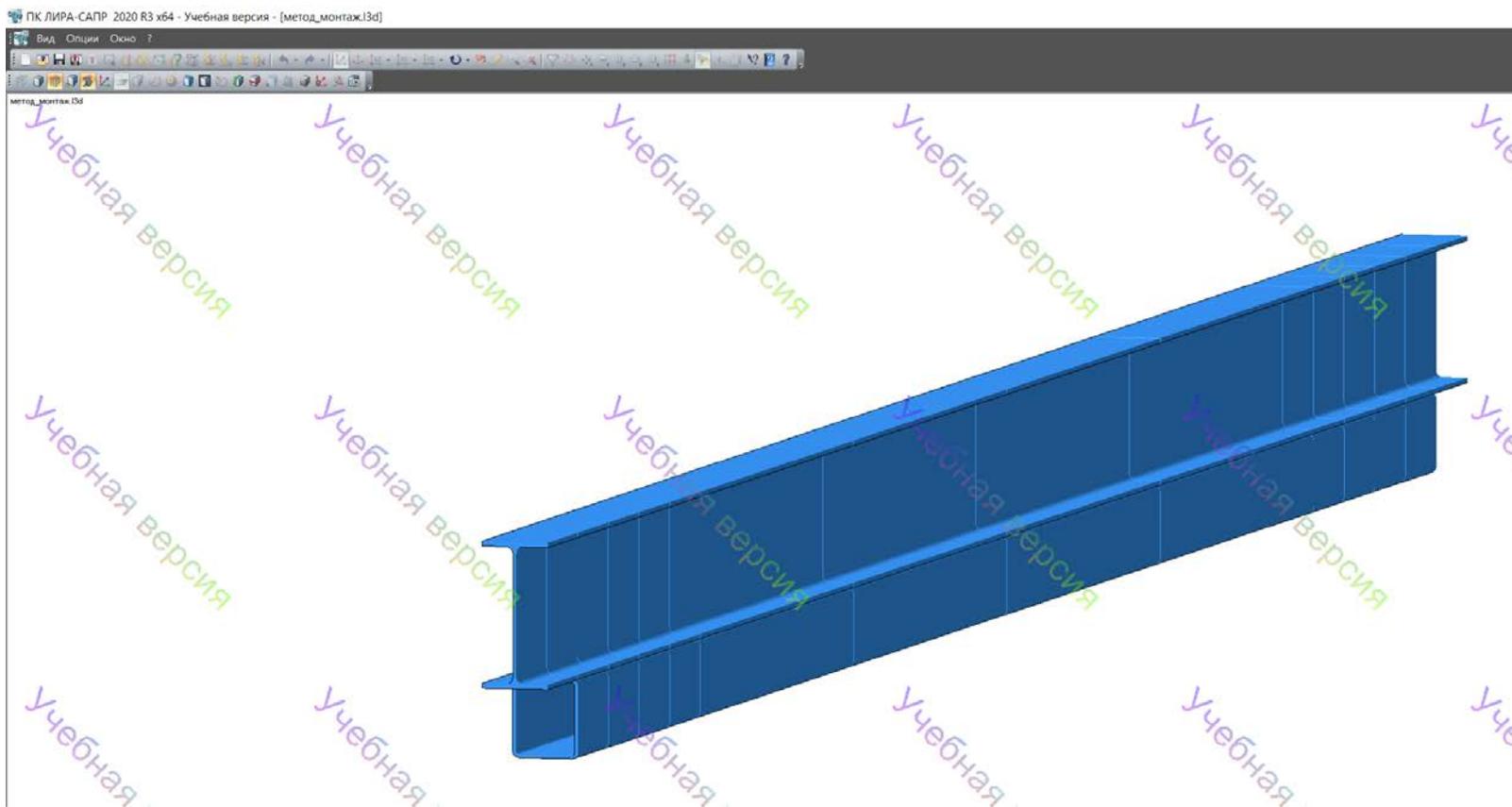
На третьей стадии монтируются элементы усиления (15-26).



*Рис. 1 – Исходная балка. Общий вид*



*Рис. 2 – Прогибы исходной балки*



*Рис. 3 – Усиленная балка. Общий вид.*

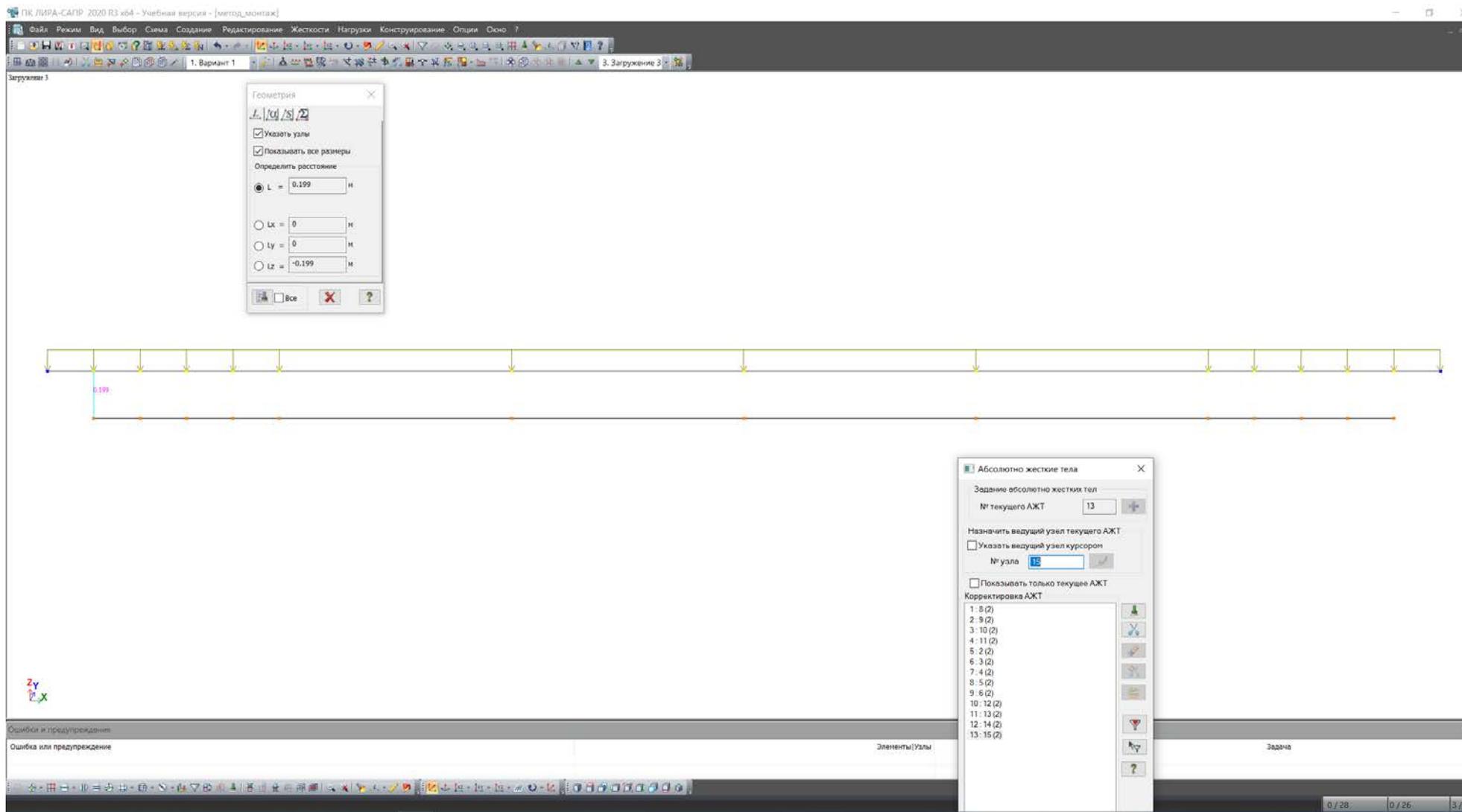


Рис. 4 – Конечно-элементная модель

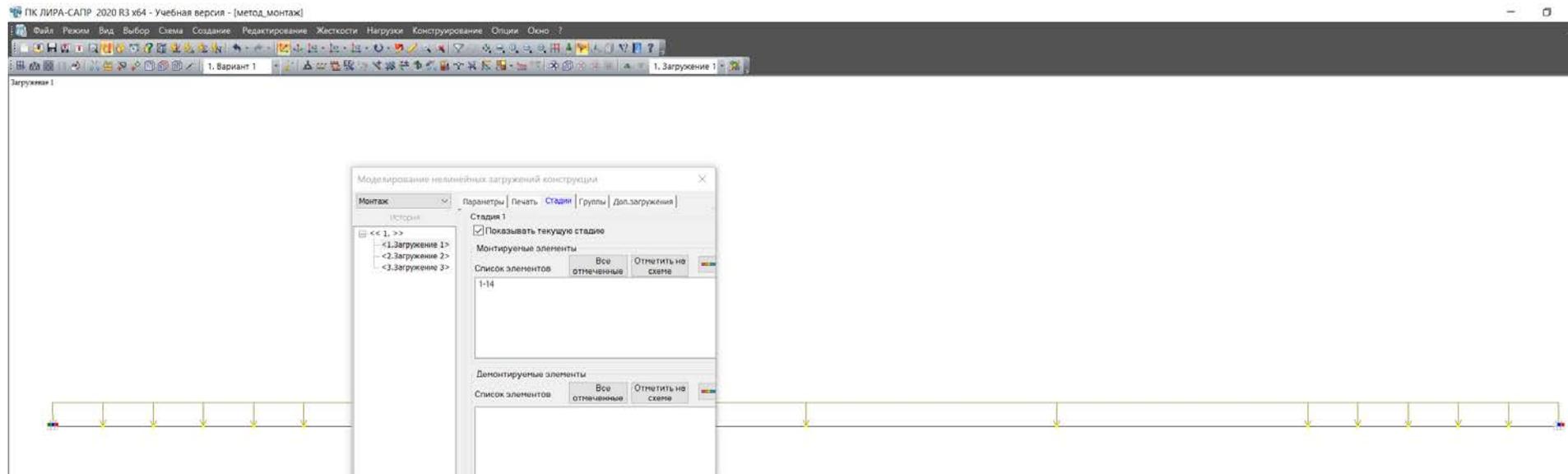


Рис. 5 – Первая стадия

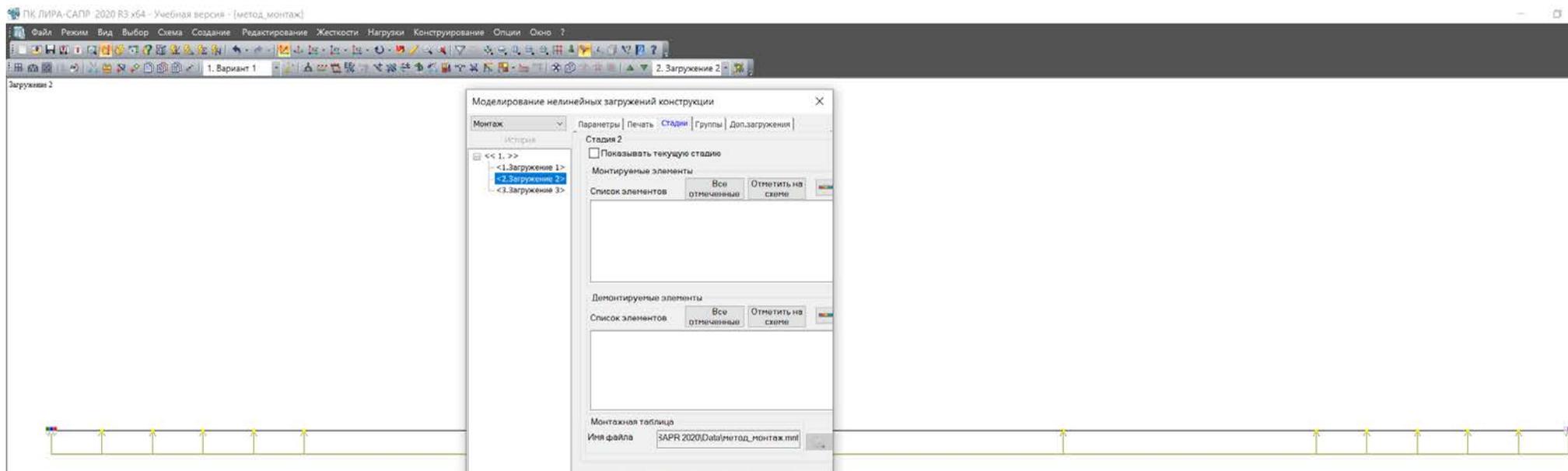


Рис. 6 – Вторая стадия

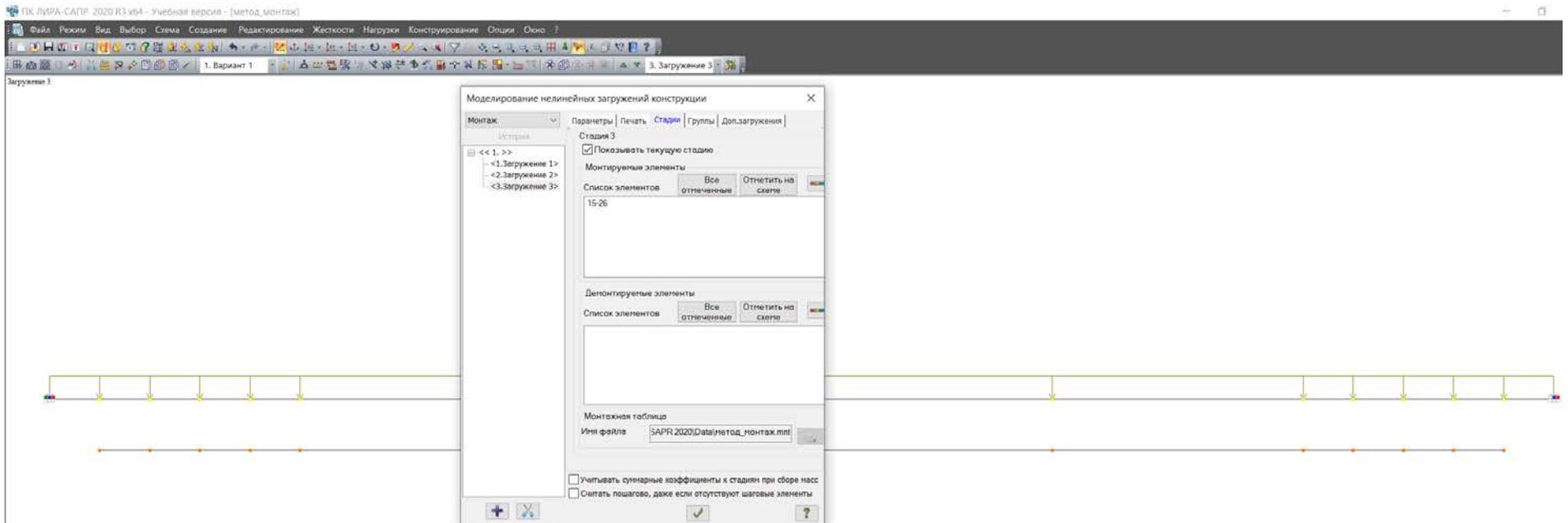


Рис. 7 – Третья стадия

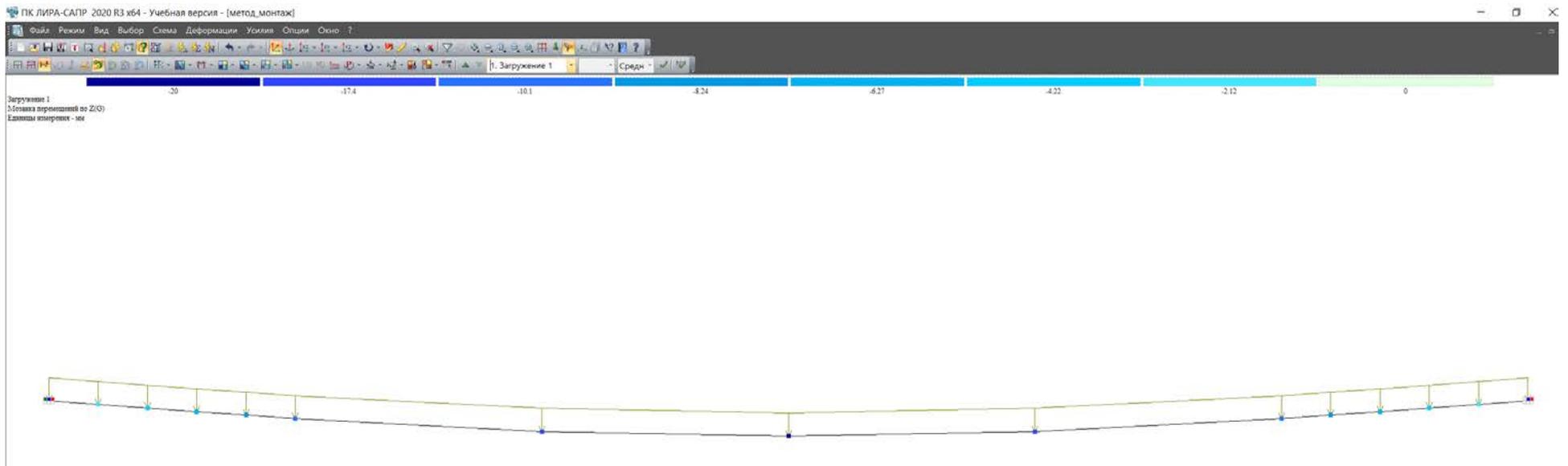
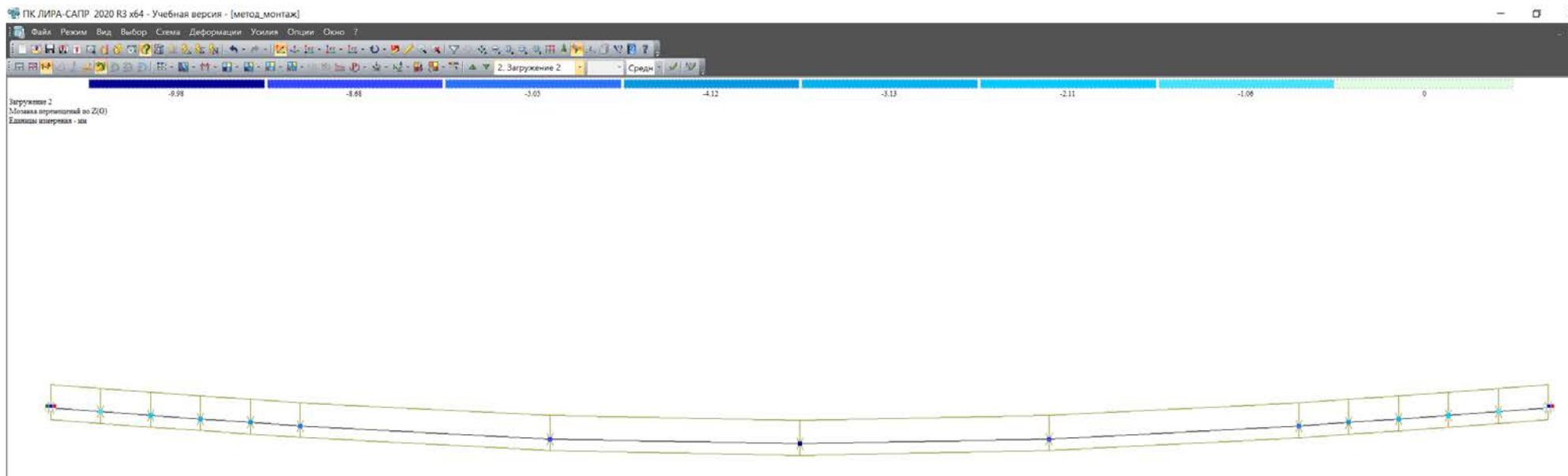
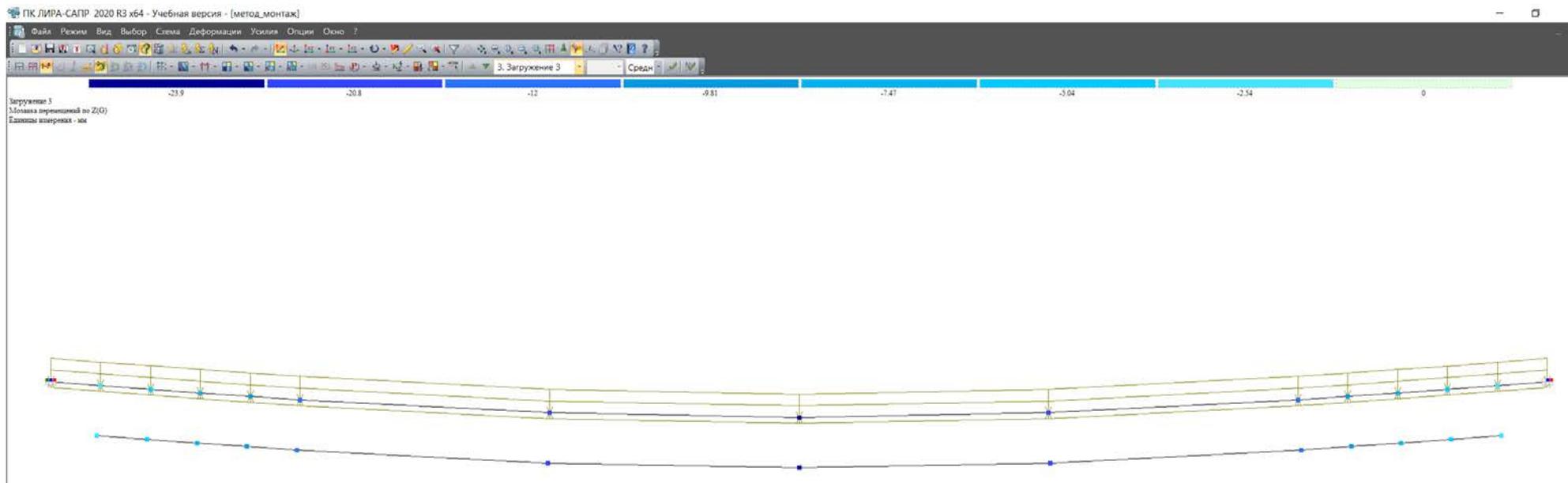


Рис. 8 – Прогибы на первой стадии



*Рис. 9 – Прогобы на второй стадии*



*Рис. 10 – Прогобы на третьей стадии*

### ***Результаты расчета***

В конце первой стадии – текущее состояние балки – максимальный прогиб составил 20 мм.

В конце второй стадии – разгрузка – прогиб составил 0,98 мм.

В конце третьей стадии – реконструкция – максимальный прогиб составил 23,9 мм.

Таким образом, условие, заданное расчетной ситуацией, выполнено.

### **Заключение**

Приведенный вариант расчета позволил смоделировать изменение конструкции в процессе ее эксплуатации и создать цифровую модель, пригодную для учета конструктивной нелинейности.

Алексей Алексеевич Денисенко

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОРА МОНТАЖ ПК ЛИРА-САПР ДЛЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Обследование  
зданий и сооружений» для студентов направления подготовки  
08.03.01 «Строительство» всех форм обучения

Электронные данные. Кафедра СиМ Рубцовского индустриального института  
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6