

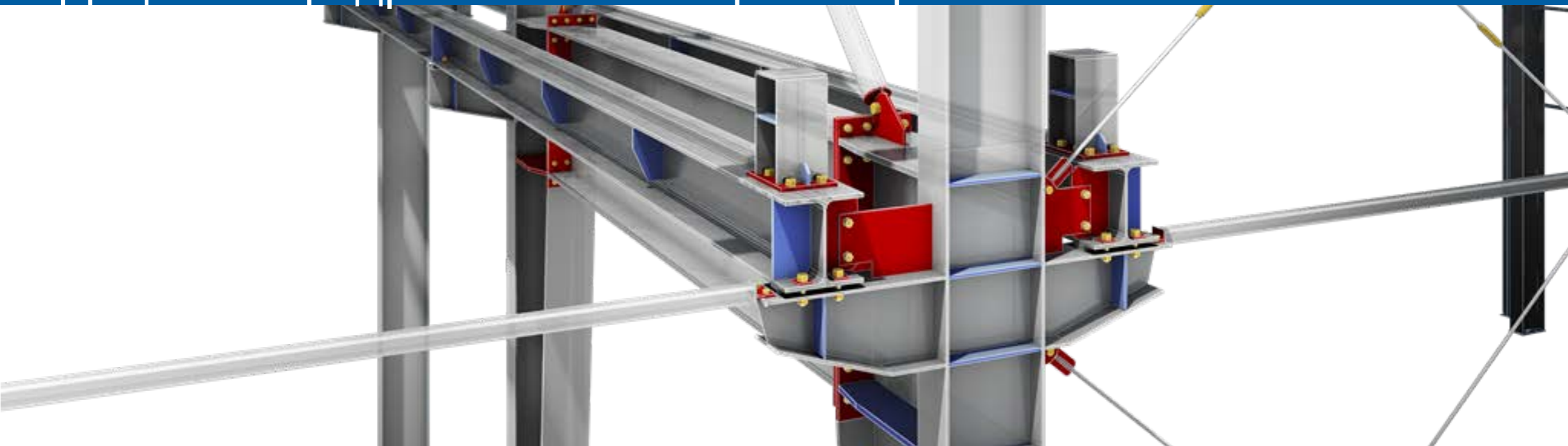
Оптимизация пролетного строения пешеходного моста из стеклопластика

Булаев Игорь Викторович

Аспирант кафедры «Мостов и транспортных тоннелей»

Кухтин Валерий Николаевич

Доцент кафедры «Мостов и транспортных тоннелей»



Неизменяемые в процессе решения задачи параметры

- Нагрузки
- Величина пролета
- Тип армирующего волокна
- Тип матрицы

Варьируемые параметры пролетного строения

- Высота пролетного строения
- Шаг диафрагм

Неизвестные параметры пролетного строения

- Толщина стенок, полок, диафрагм
- Раскладка армоволокна в составе композитного материала

Функция цели

- Минимальная масса

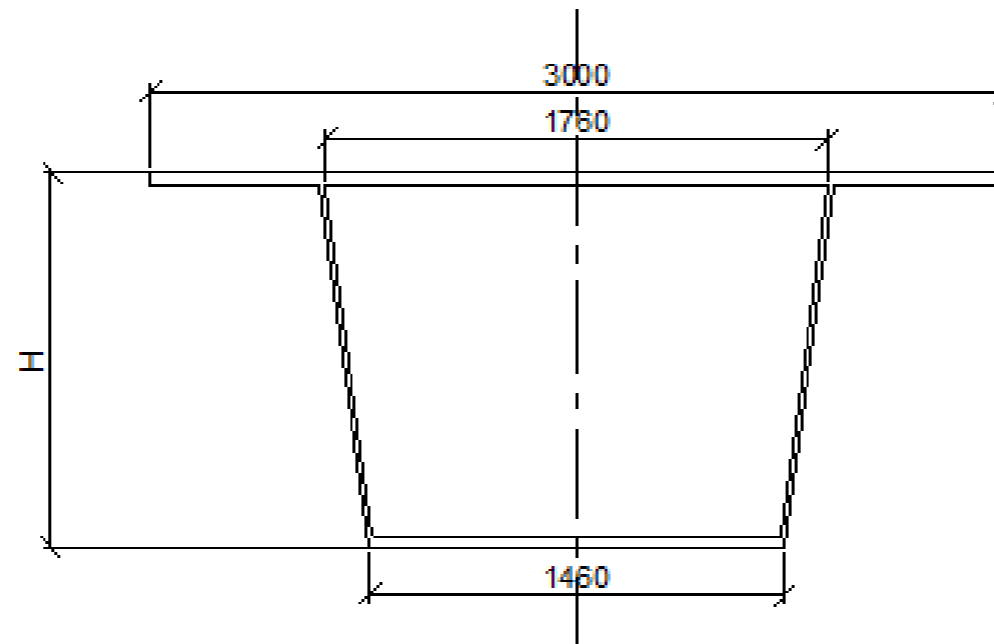
Ограничения на варьируемые параметры и неизвестные параметры

- Ограничения по деформациям
- Ограничения по напряжениям
- Минимальные и максимальные значения варьируемых и неизвестных параметров

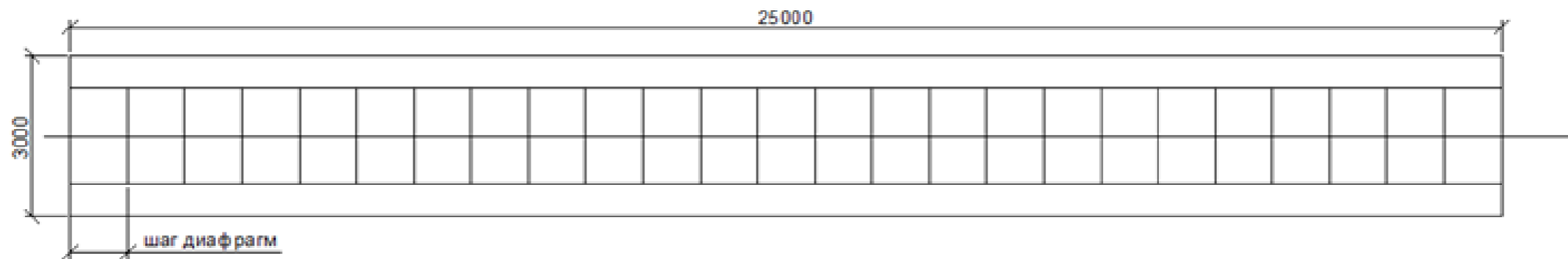
Цель исследования

- Для принятой формы поперечного сечения (коробка)- разработка конструкции пролетного строения пешеходного моста.
- Выбор схемы армирования
- Создание алгоритма итерационного процесса перебора варьируемых параметров конструкции пролетного строения
- Создание алгоритма определения физико-механических характеристик стеклопластика в зависимости от требуемого армирования.
- Проверка работы алгоритма по определению физико-механических характеристик стеклопластика
- Определение оптимального варианта пролетного строения пешеходного моста

Схема пролетного строения

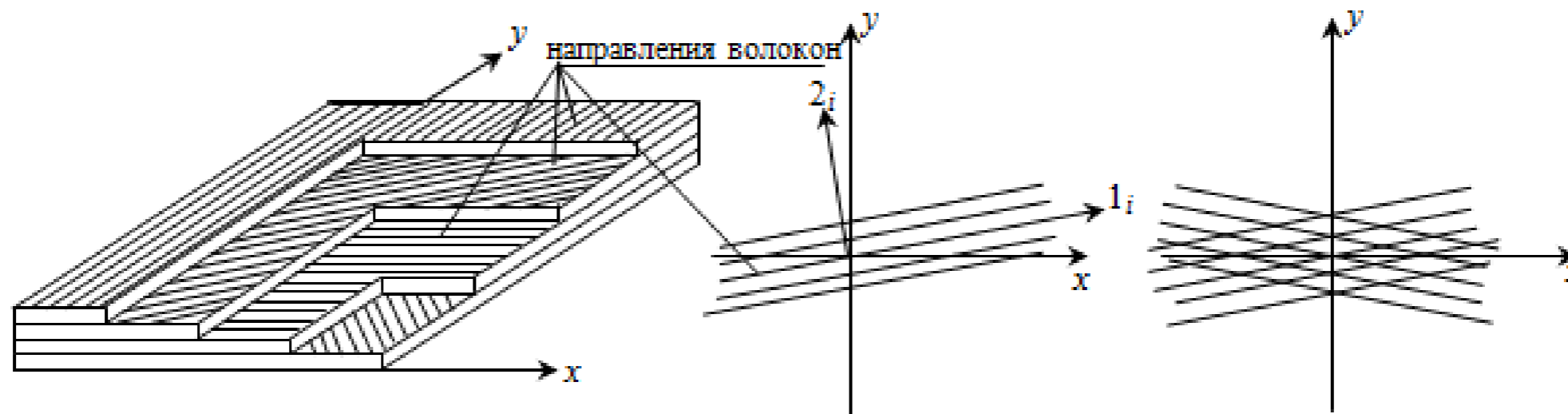


Конструкция поперечного сечения пролетного строения



Пролетное строение в плане.

Схема армирования композитного материала



Особенности алгоритма определения физико-механических характеристик

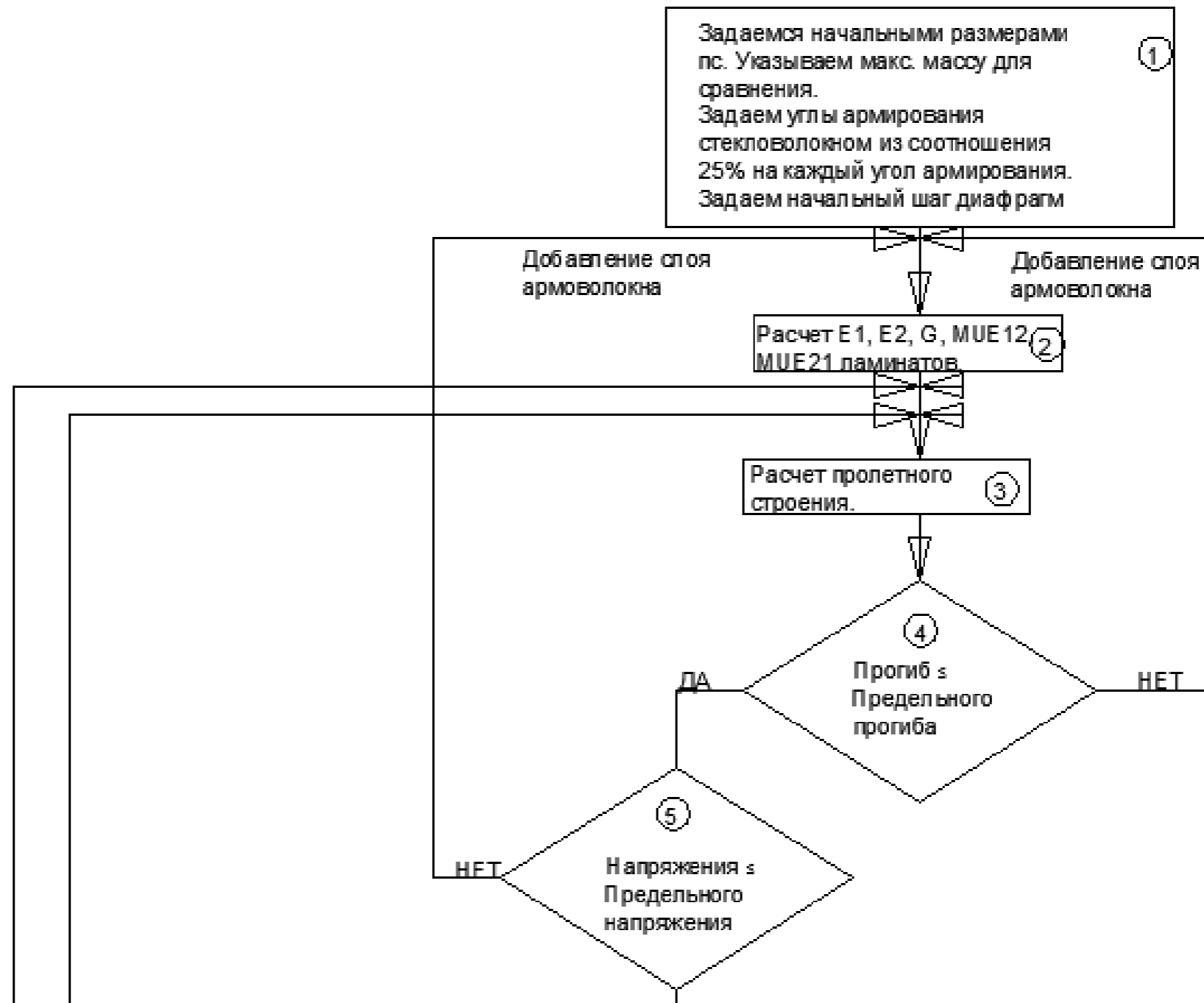
Основным расчетным механизмом служит математический аппарат, реализующий классические уравнения аддитивности смесей. Особенности этого расчета состоят в том, что сначала определяются физико-механические характеристики ортотропного материала – ламината (двухкомпонентного однонаправленного монослоя из матрицы и волокна):

Особенности алгоритма определения физико-механических характеристик

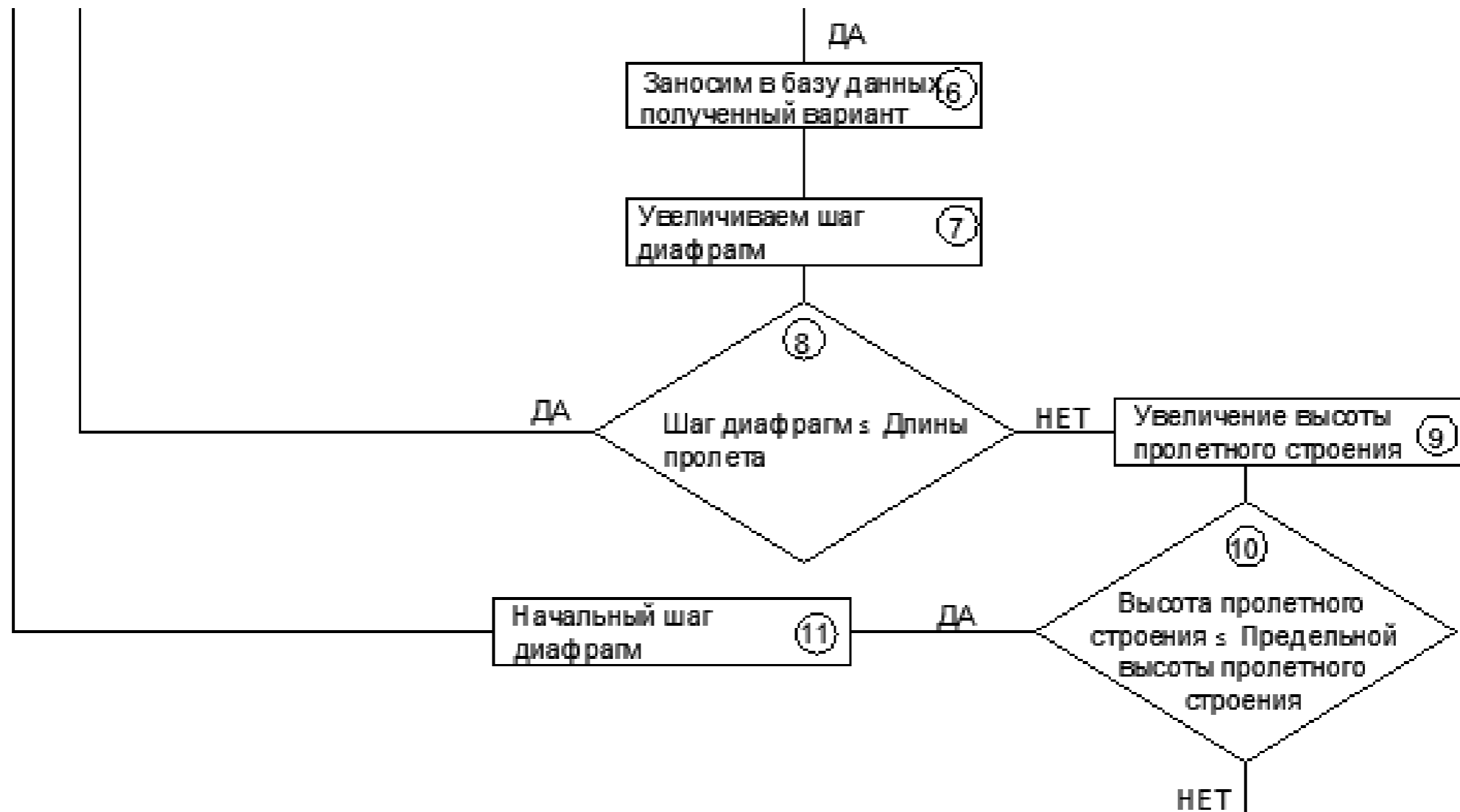
Для расчета физико-механических характеристик характеристик необходимо знать константы жесткости каждого волокна и матрицы (E_1 , E_2 , μ_{E12} , μ_{E21}) .

По известным значениям вычисляют коэффициенты матрицы жесткости для каждого из компонентов

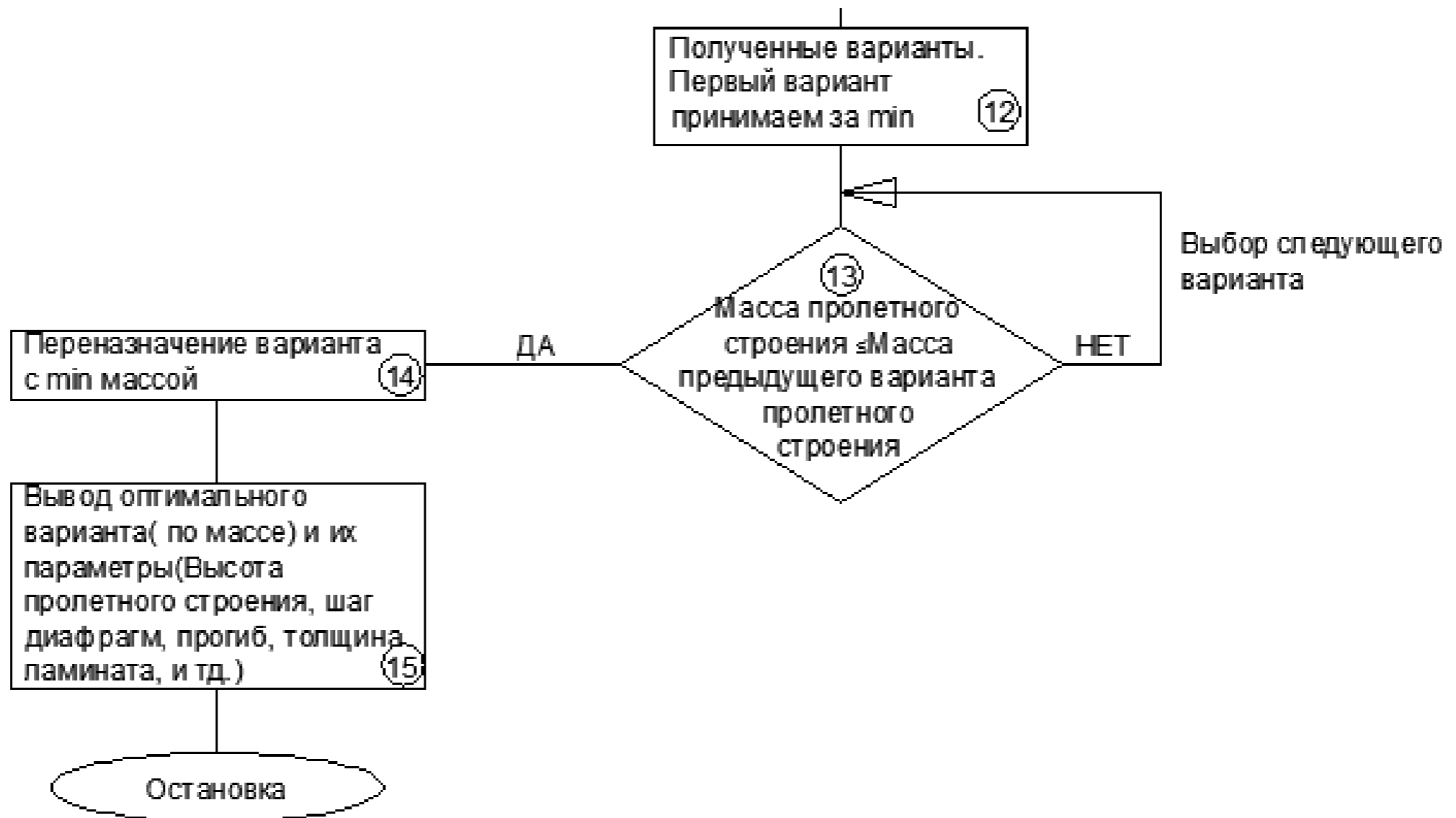
Блок схема алгоритма



Блок схема алгоритма (продолжение)



Блок схема алгоритма (продолжение)



Исходные данные для расчета

Характеристики стекловолокна:

- Модуль упругости вдоль волокна $E_1 = 70$ ГПа
- Модуль упругости поперек волокна $E_2 = 70$ ГПа
- Модуль сдвига стекловолокна $G = 30$ ГПа
- Коэффициент Пуассона $0,2$

Характеристики матрицы:

- Модуль упругости $E = 3,1$ ГПа
- Модуль сдвига $G = 1,1$ ГПа
- Коэффициент Пуассона $0,4$

Объемная доля содержания стекловолокна $0,49$

Данные были взяты из справочника.

Расчет физико-механических характеристик ламината

Для проверки было произведено сравнение со справочными данными для однонаправленного ламината с углом армирования 0 градусов.

Таблица 2.1

Свойства типичных однонаправленных композитов

Свойства	Углепластик	Стеклопластик	Органопластик
Плотность, кг/м ³	1450...1550	1800...2100	1350...1400
Продольный модуль упругости E_1 , ГПа	130...240	35...60	60...110
Поперечный модуль упругости E_2 , ГПа	7...12	7...12	4,5...7
Модуль сдвига G_{12} , ГПа	4...7	4...7	2...4
Коэффициент Пуассона ν_{12}	0,25...0,3	0,25...0,3	0,3...0,4

Расчет физико-механических характеристик ламината

Жесткостные характеристики однонаправленного ламината:

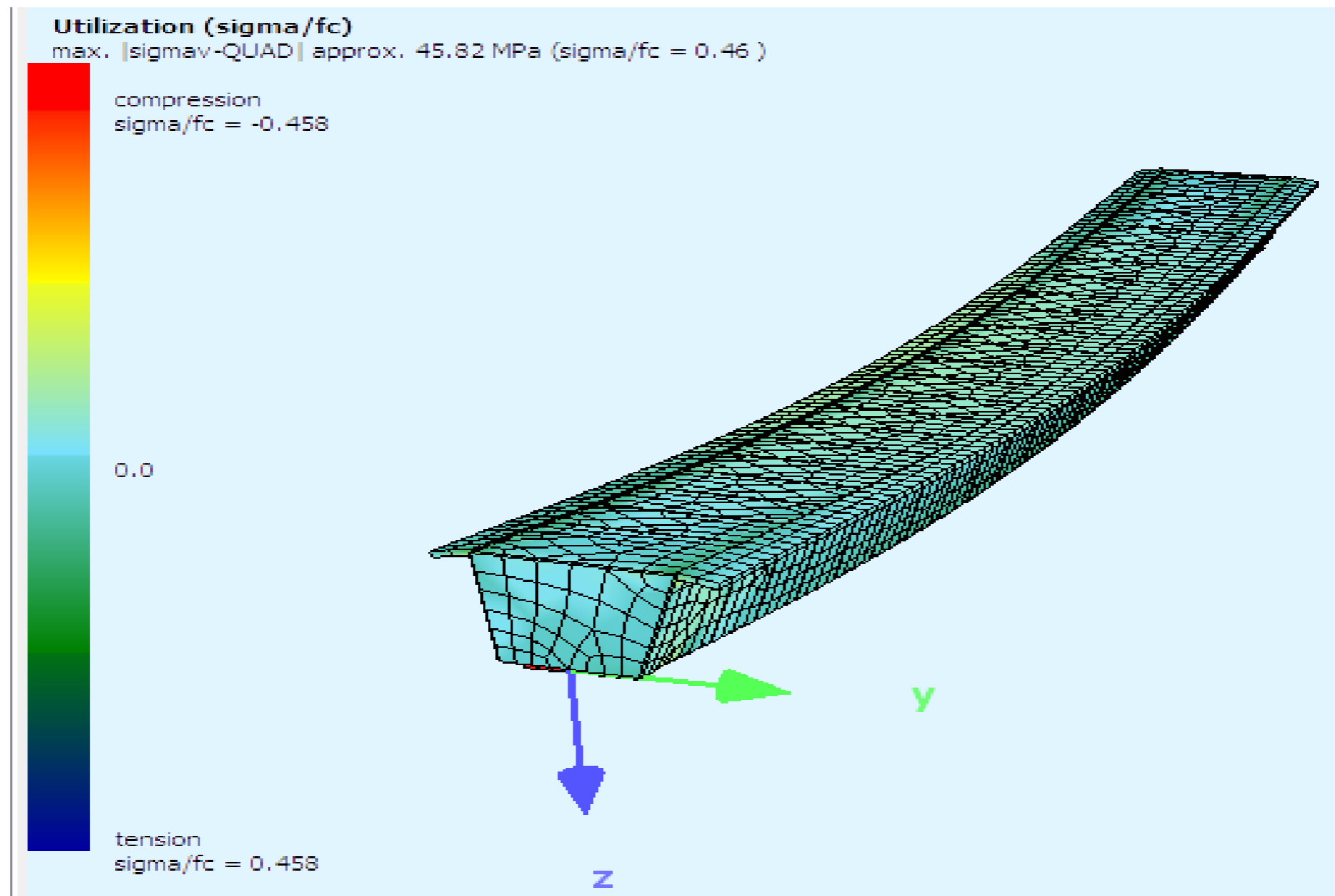
- Модуль упругости вдоль волокна $E_1=35.88$ ГПа
- Модуль упругости поперек волокна $E_2=6.78$ ГПа
- Коэффициент Пуассона вдоль волокна $\mu_{E12}=0.30$
- Модуль сдвига $G=3.64$ ГПа

Как показали расчеты, на значение модуля сдвига оказывает большое влияние коэффициент Пуассона матрицы.

Расчетные нагрузки

- Нагрузка от пешеходов.
- Нагрузка от перильного ограждения и остекления (собственный вес учитывается автоматически).
- Ветровая нагрузка.
- Нагрузка от катка (местное воздействие)

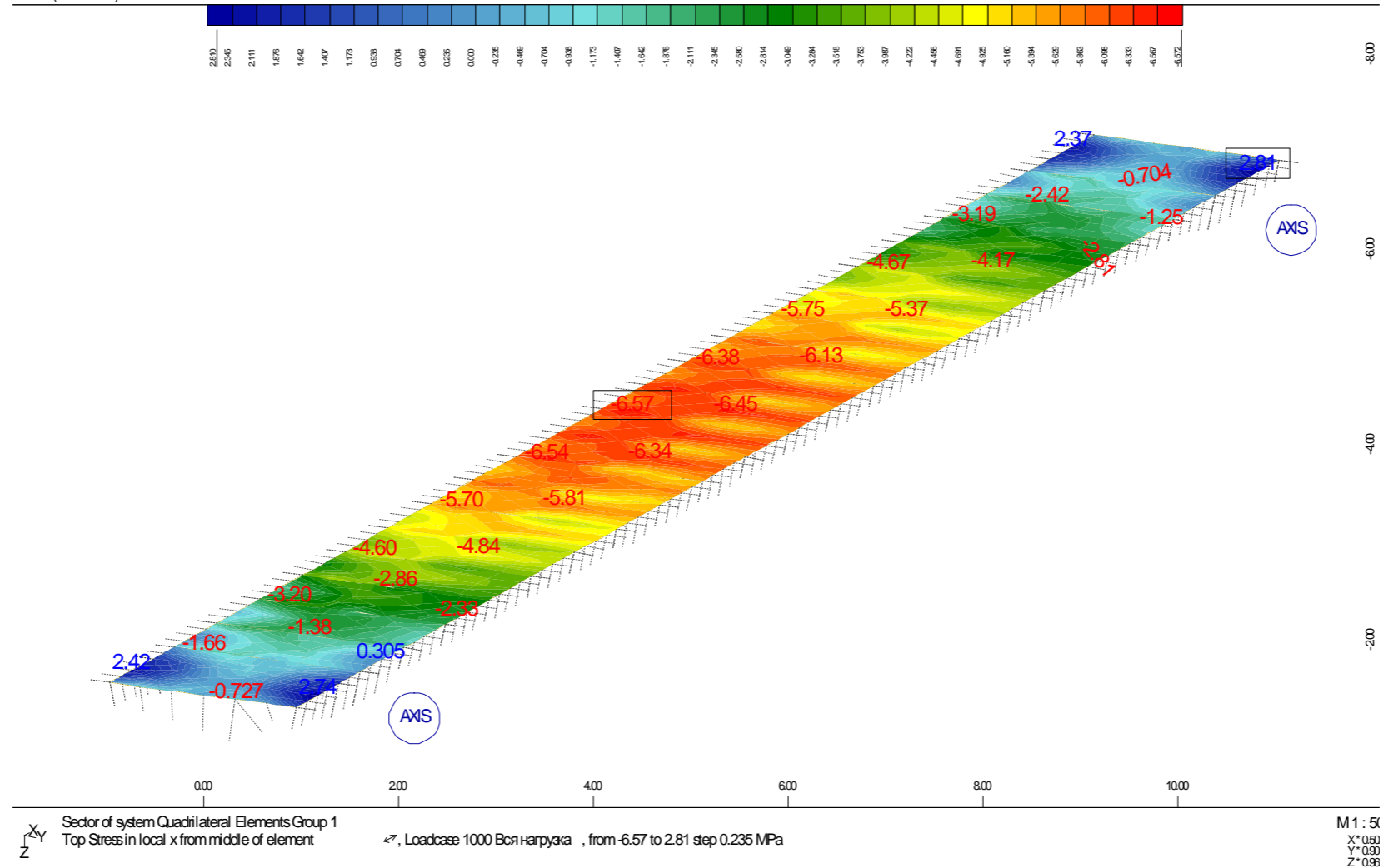
Расчетная схема SOFiSTiK



Результаты расчета в SOFiSTiK

InGraf (V15.10-25) 12.02.2012

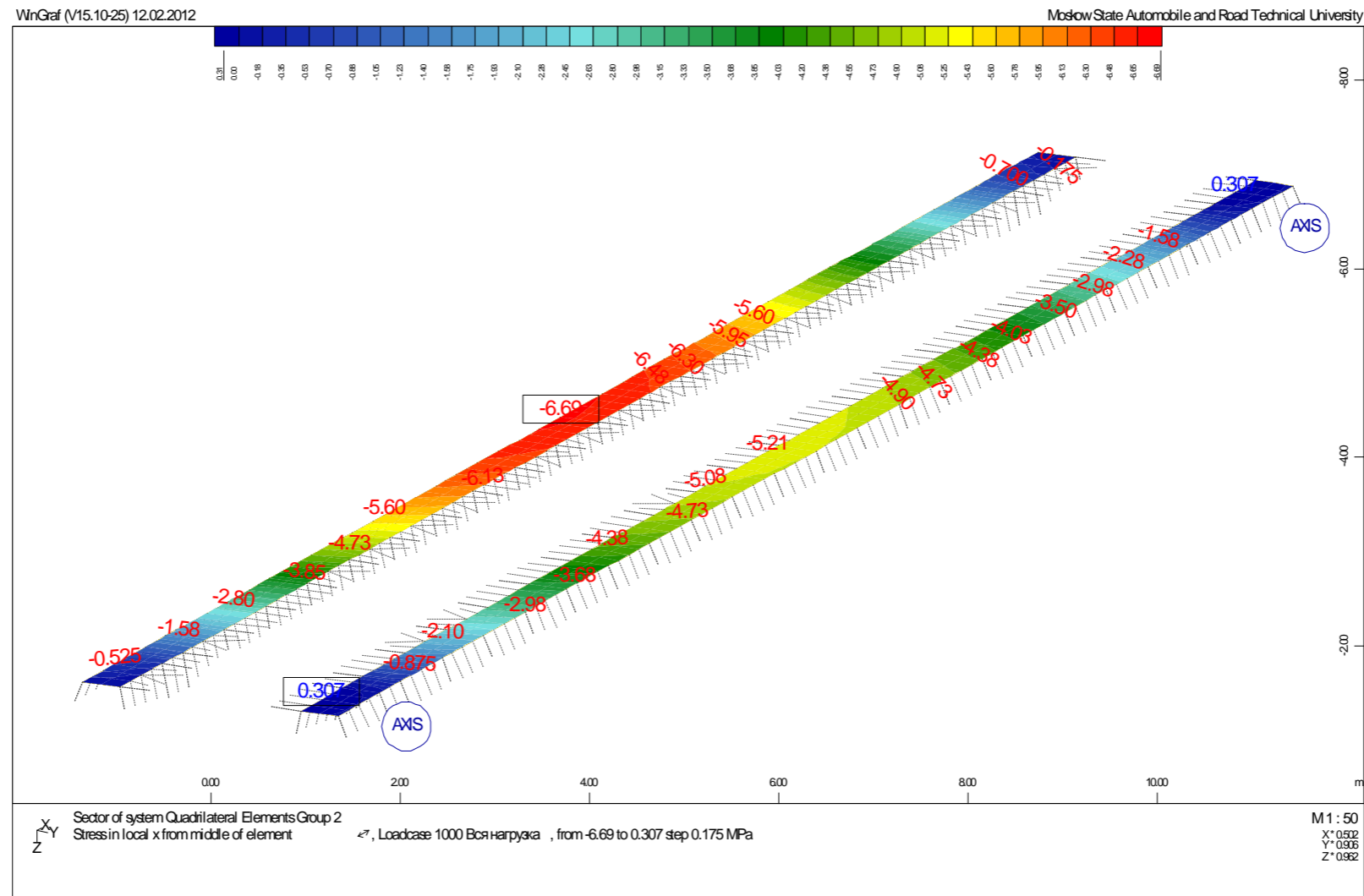
Moscow State Automobile and Road Technical University



Seite

Напряжения в верхней фибре верхнего пояса пролетного строения, по оси X

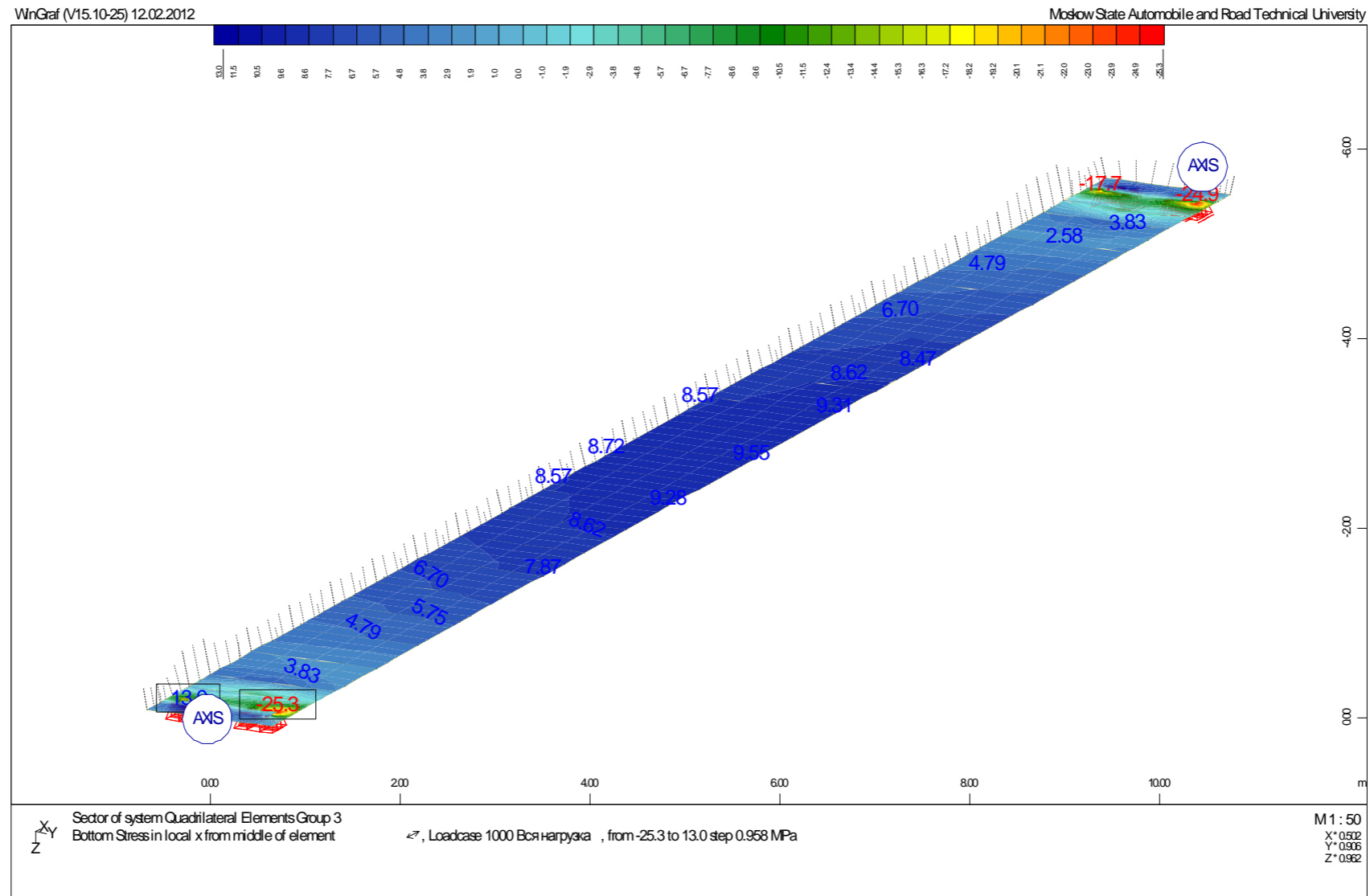
Результаты расчета в SOFiSTiK



Seite 9

Напряжения на участках для крепления перил, по оси X

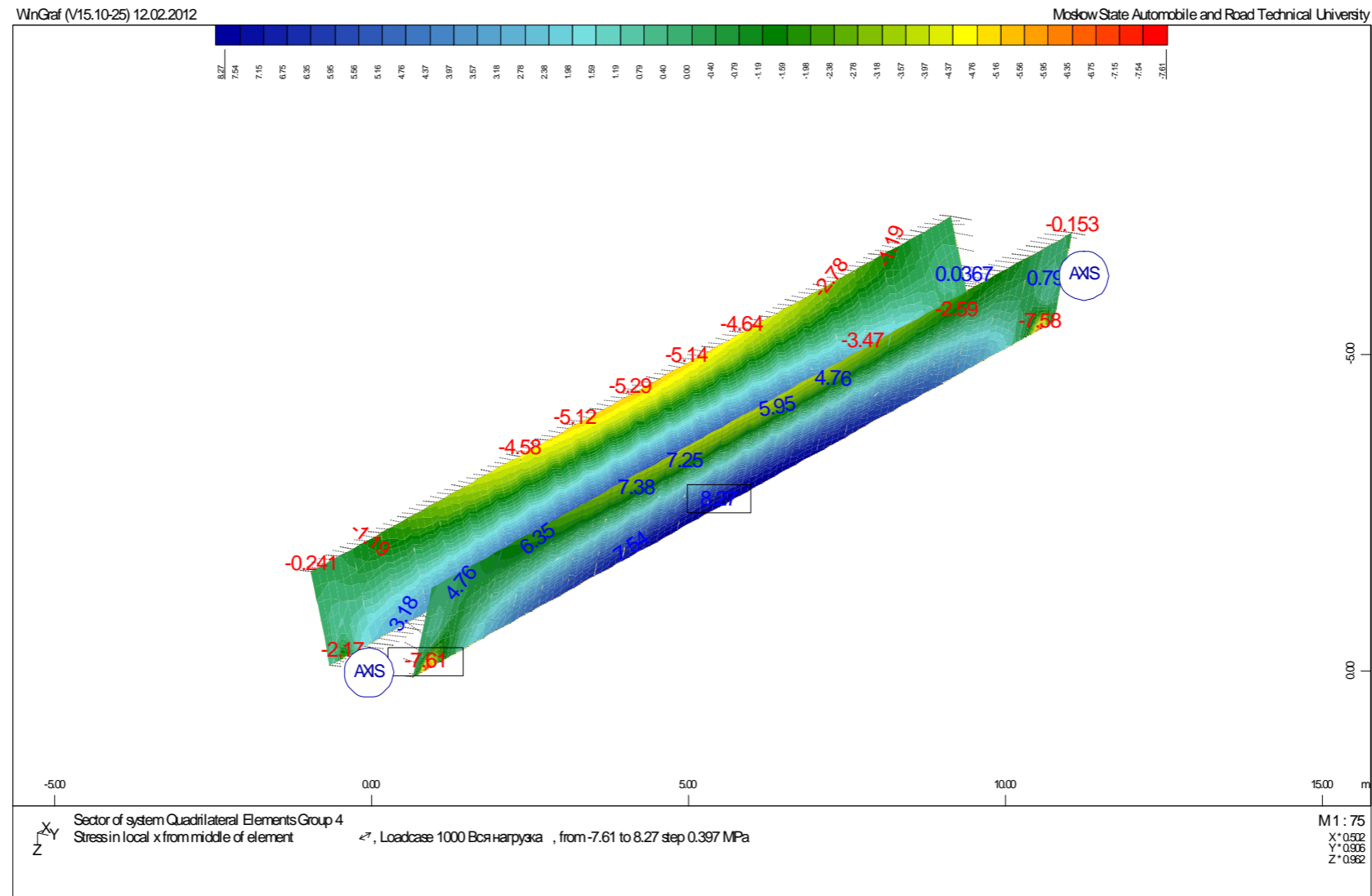
Результаты расчета в SOFiSTiK



Seite 11

Напряжения в нижней фибре нижнего пояса, по оси X

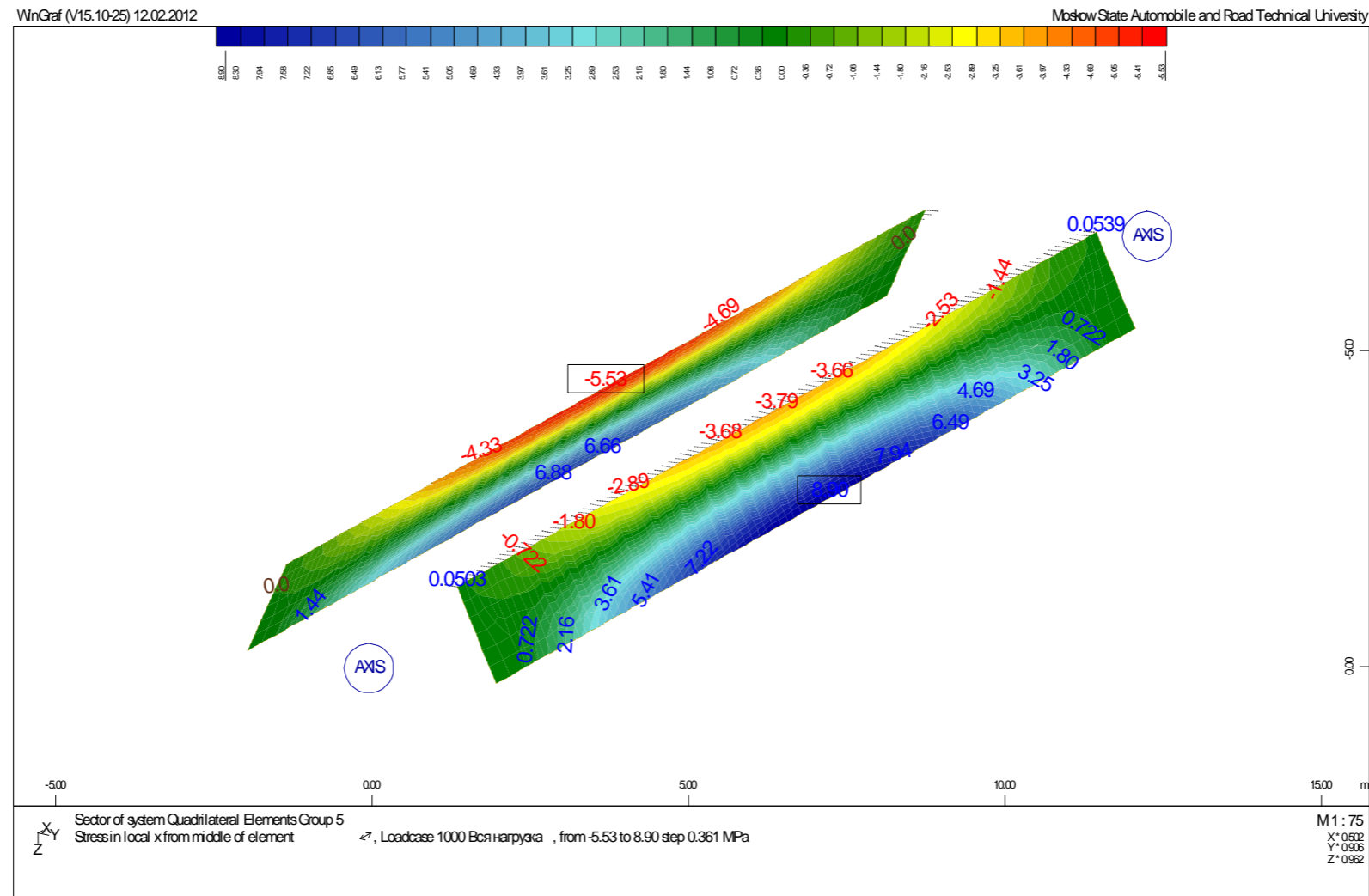
Результаты расчета в SOFiSTiK



Seite 13

Напряжения в стенках, по оси X

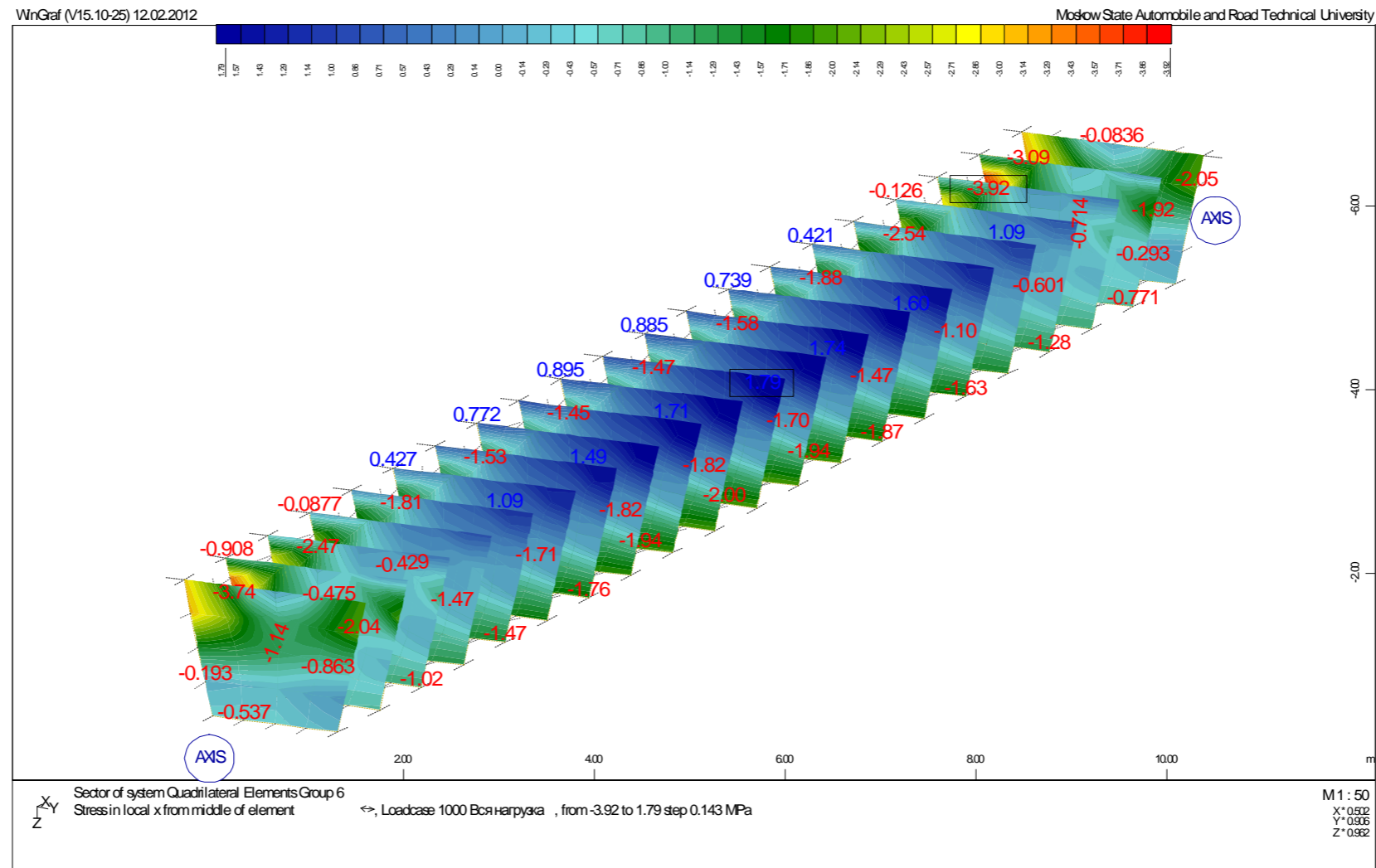
Результаты расчета в SOFiSTiK



Seite 15

Напряжения в отгибах, по оси X

Результаты расчета в SOFiSTiK



Seite 17

Напряжения в диафрагмах, по оси X

График зависимости прогиба от шага диафрагм

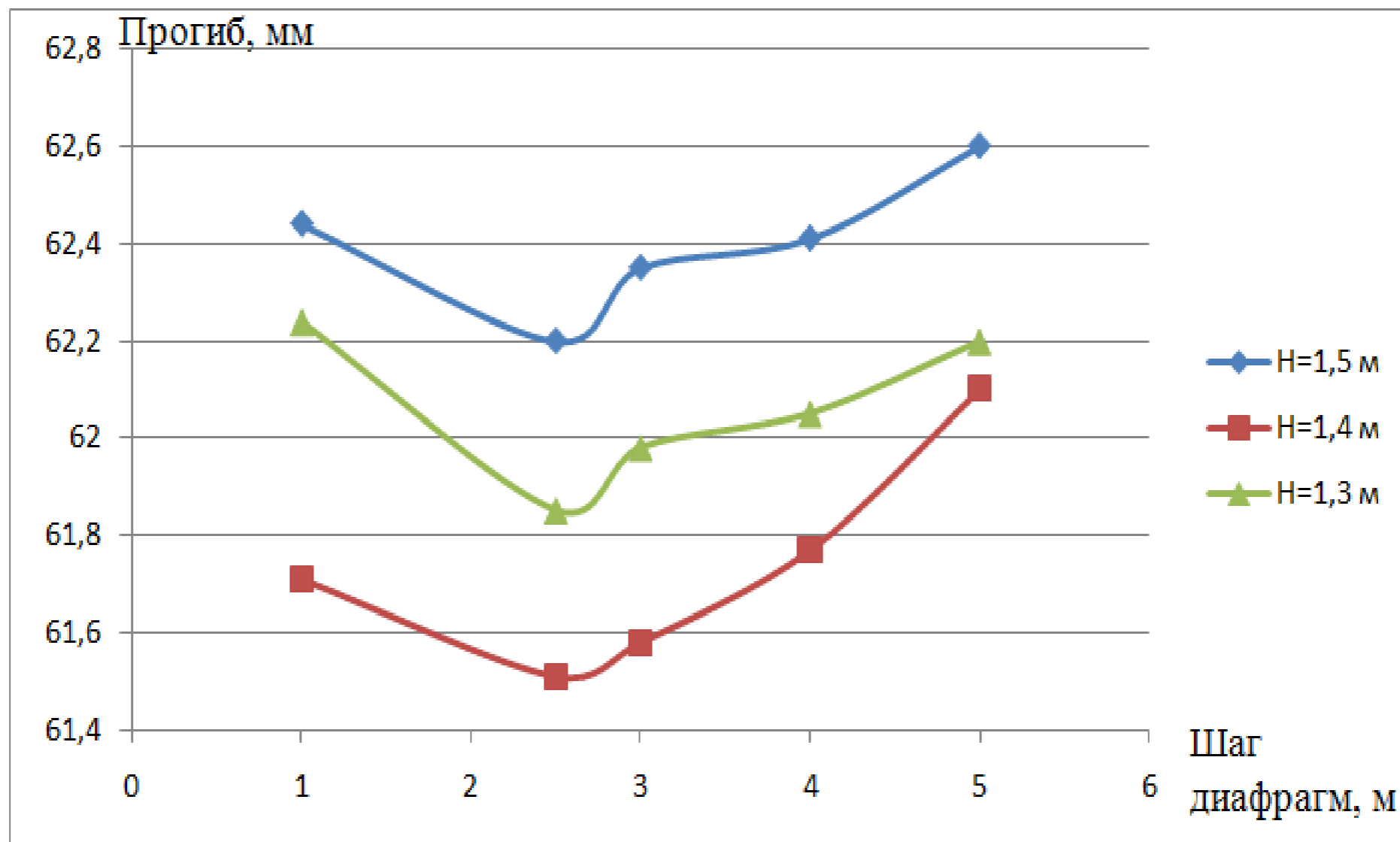


График зависимости массы пролетного строения от шага диафрагм

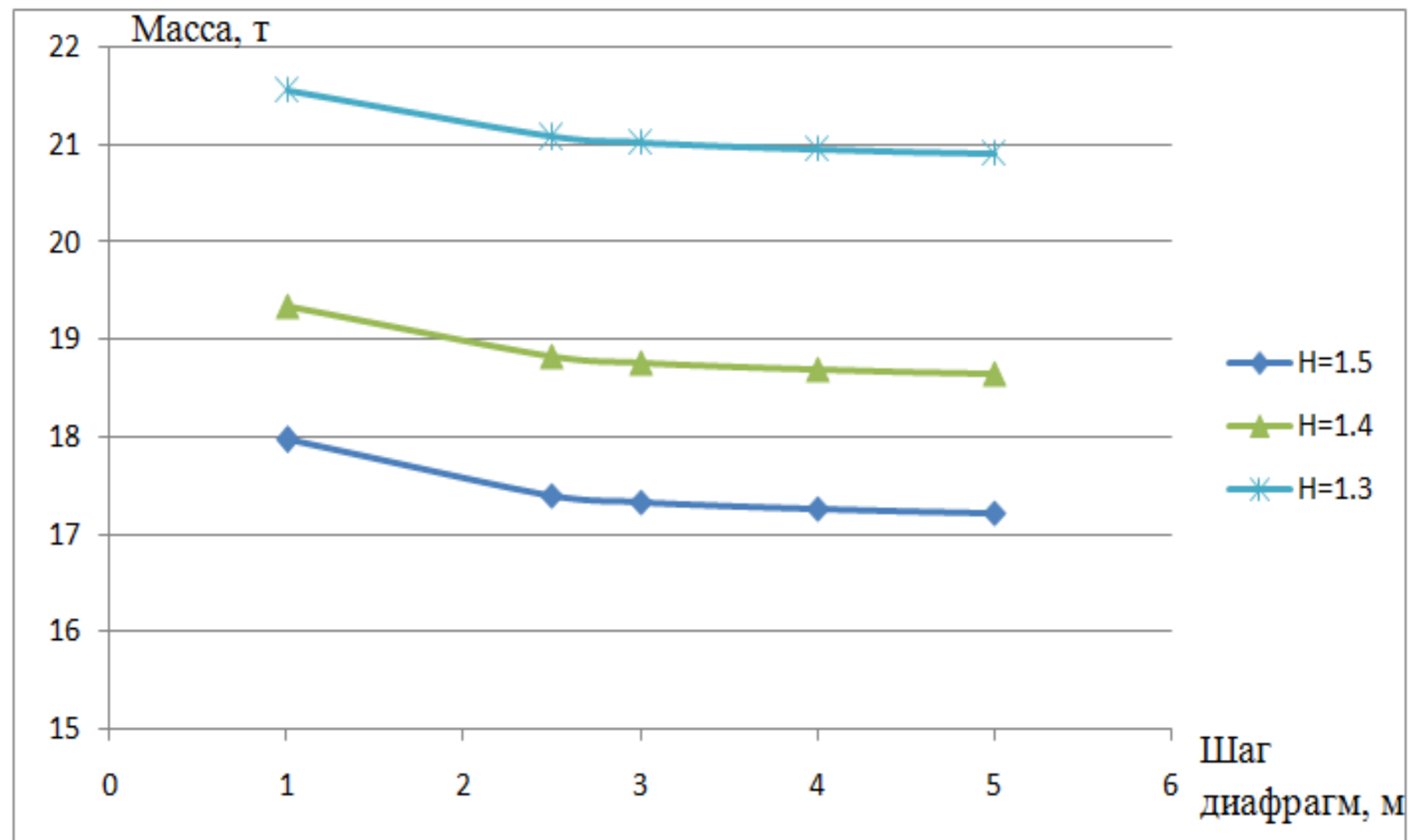
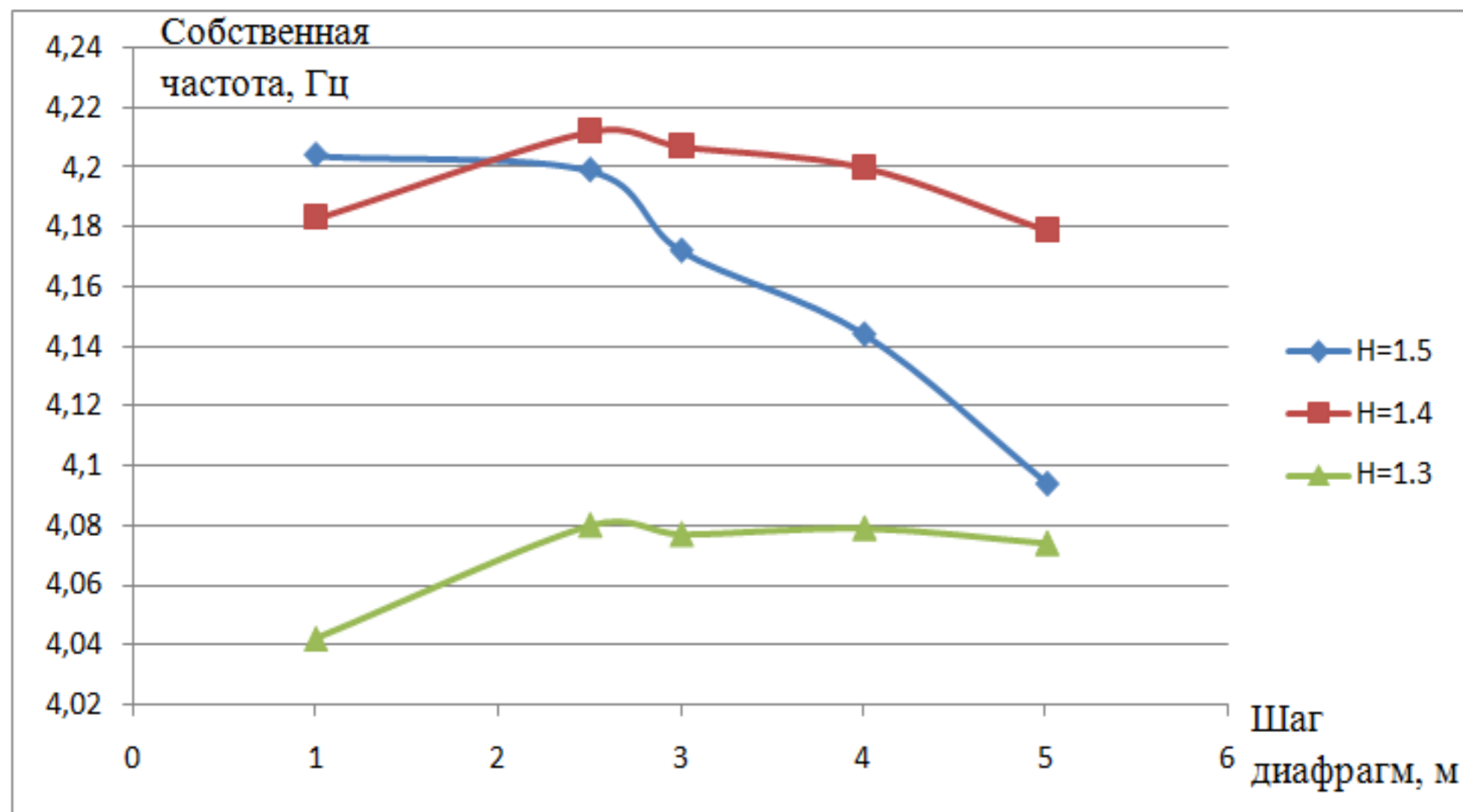


График зависимости собственных частот пролетного строения от шага диафрагм



Сводная таблица результатов расчета нескольких вариантов

Параметры	Сводная таблица результатов расчета п/с H=1,5 м					Сводная таблица результатов расчета п/с H=1,4 м					Сводная таблица результатов расчета п/с H=1,3 м				
	Шаг диафрагм, м					Шаг диафрагм, м					Шаг диафрагм, м				
	1	2,5	3	4	5	1	2,5	3	4	5	1	2,5	3	4	5
Масса пролетного строения, т	17,97	17,41	17,34	17,27	17,23	19,35	18,83	18,76	18,69	18,66	21,56	21,08	21,02	20,95	20,92
Толщина основного ламината, мм	32	32	32	32	32	36	36	36	36	36	42	42	42	42	42
Прогиб, мм	62,44	62,2	62,35	62,41	62,60	61,71	61,51	61,58	61,77	62,1	62,24	61,85	61,98	62,05	62,2

Ваша визитная карточка:

ФИО Булаев Игорь Викторович

Должность аспирант кафедры " МиТТ"

Направление транспортное строительство

E-mail: recrut31@gmail.com

Тел.:

Моб.: 8(915)351-02-42

Блог

Skype

Ваша визитная карточка:

ФИО Кухтин Валерий Николаевич

Должность доцент кафедры " МиТТ"

Направление транспортное строительство

E-mail: KukhtinV@yandex.ru

Тел.:

Моб.: 8(903)750-03-67

Блог

Skype



ПСС

WWW.PSS.SPB.RU

