Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Электромеханический факультет
Кафедра теоретической и прикладной механики

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ОРТЕЗА

Выполнил : студент гр.4-33
Лебедев П.В.

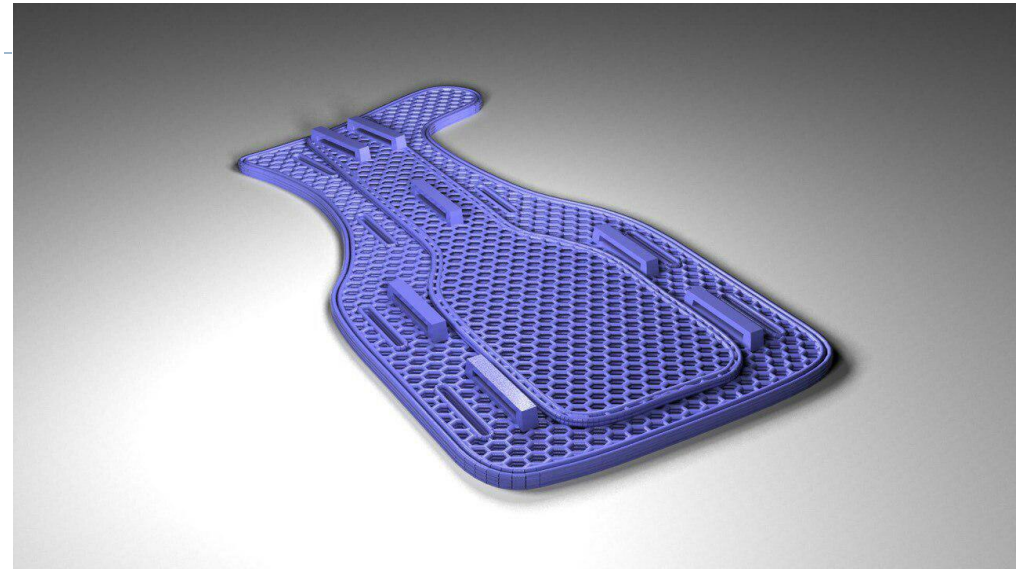
Научный руководитель : к.т.н., доцент
Шмелева Т.В.

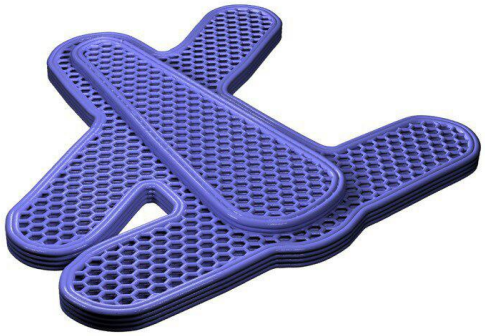
Что такое ортез:

- **Орте́з** — внешнее медицинское приспособление, предназначенное для изменения структурных и функциональных характеристик нервно-мышечной и скелетной системы: разгрузки, фиксации, активизации и коррекции функций повреждённого сустава или конечности. В частности, корсеты, бандажи, аппараты, специальная обувь, стельки и пр. Применяется при нестабильности связочного аппарата суставов, травмах при занятиях спортом, артрозе и артрите суставов, в послеоперационный период.

Использование ортеза:

- Нужный вид ортеза печатается на 3D принтере по созданным моделям с предварительным выбором вида сетки и процента заполнения. Далее полученный плоский ортез нагревается до 80 градусов из-за чего он становится пластичным что позволяет его очень точно наложить на нужный участок. После остывания объект снова восстанавливает свои первоначальные свойства и уже используется по назначению.



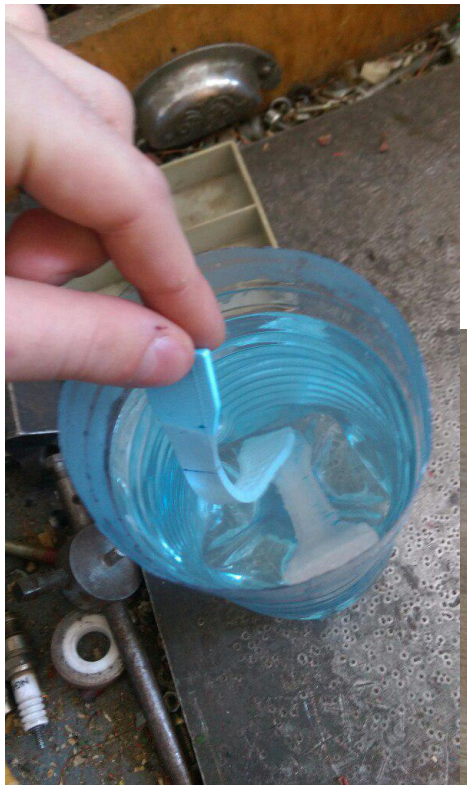


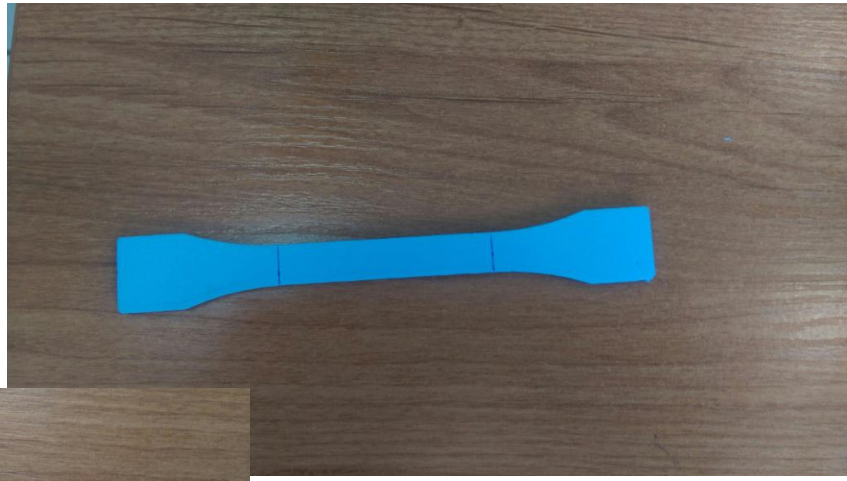
Постановка задачи:

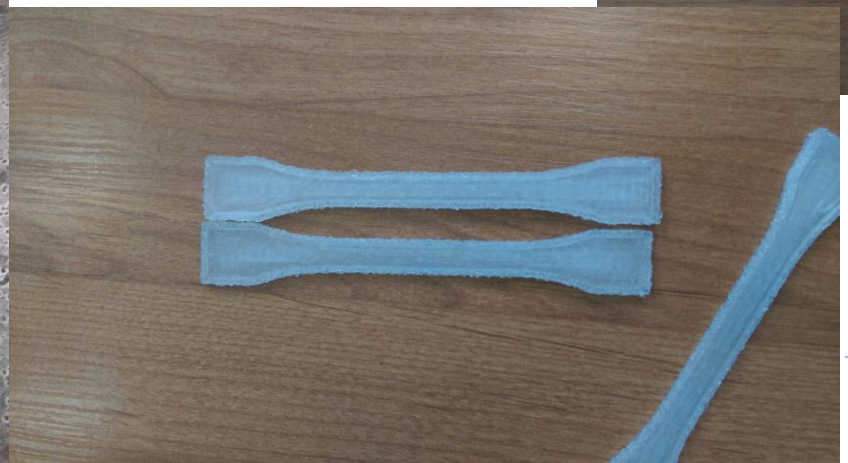
1. Выбор исходного материала путем проведения испытаний.
2. Получение прочностных характеристик материала для дальнейших расчетов.
3. Подбор оптимальной сетки заполнения для дальнейшего ее использования в печати ортезов.

Проведение испытаний:

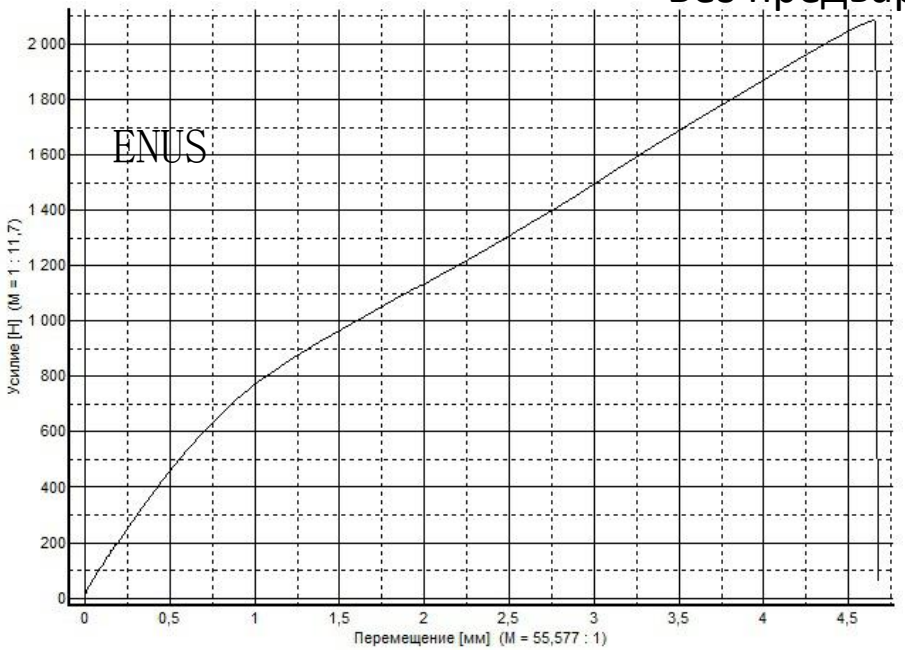
- Для проведения испытаний с помощью 3D принтера были напечатаны 4 образца 2-х производителей используемого пластика: ENUS и REC. После чего они были испытаны с начала без предварительного нагрева, а потом и с предварительным нагревом ,для выбора пластика с наименьшими изменениями характеристик после проведения этой операции.



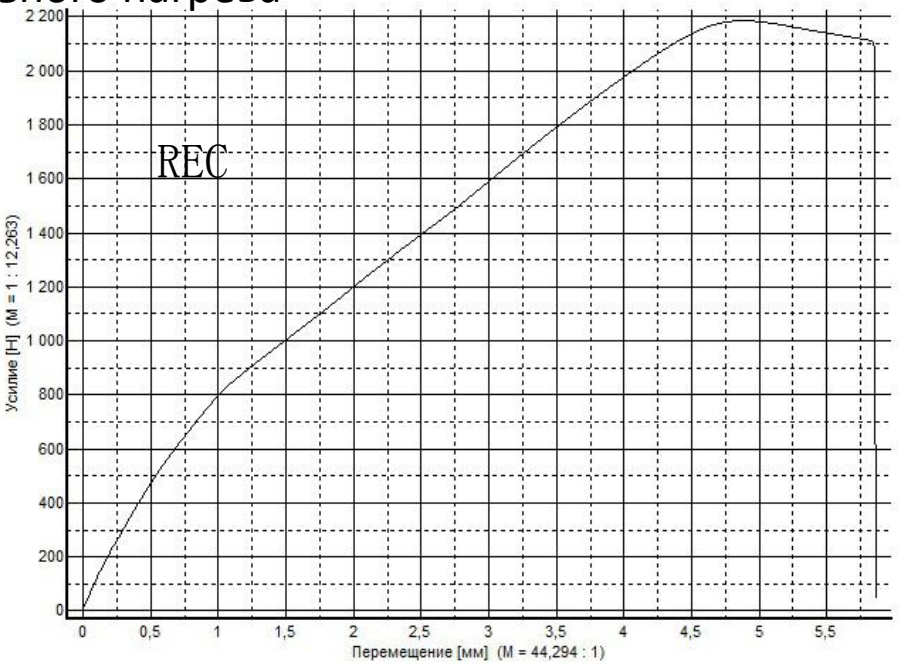




Без предварительного нагрева

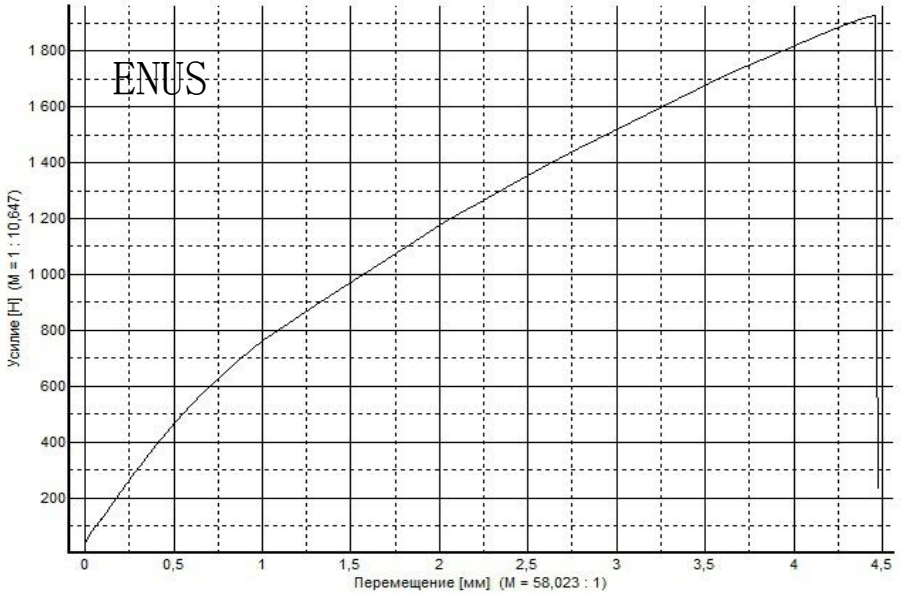


К протоколу №2018-03-17 от 01.01.2001; Температура исп. 20,0 °С

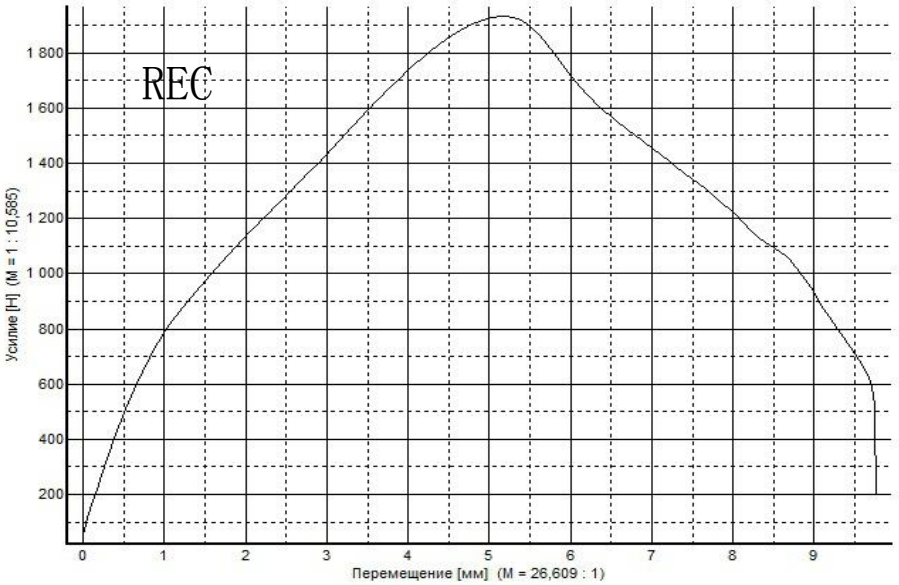


К протоколу №2018-03-17 от 01.01.2001; Температура исп. 20,0 °С

С предварительным нагревом



К протоколу №2018-03-17 от 01.01.2001; Температура исп. 20,0 °С

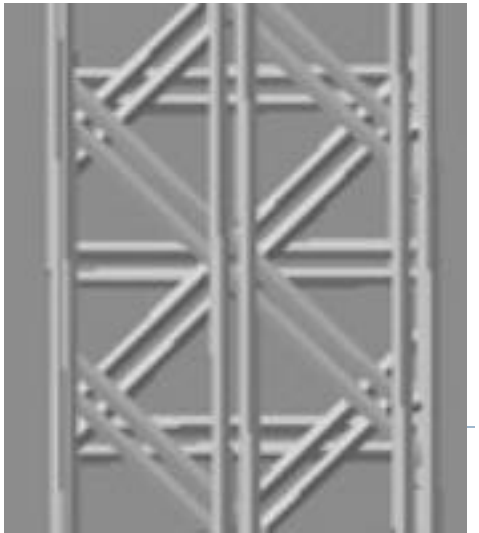


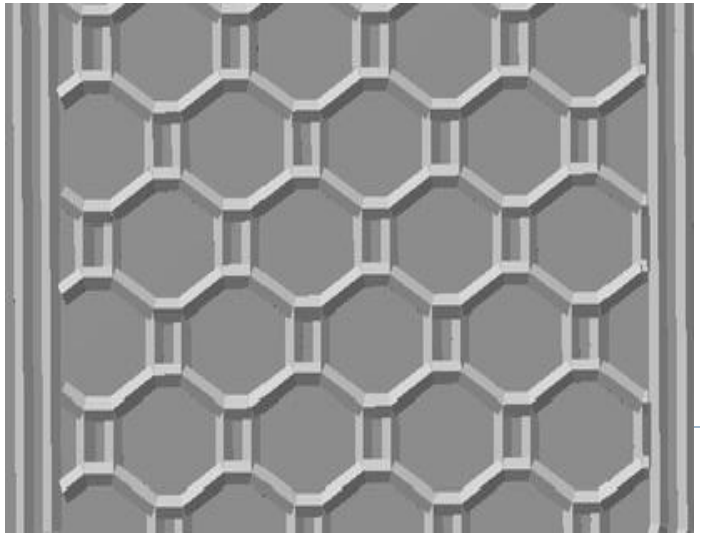
К протоколу №2018-03-17 от 01.01.2001; Температура исп. 20,0 °С

Результаты лабораторных испытаний:

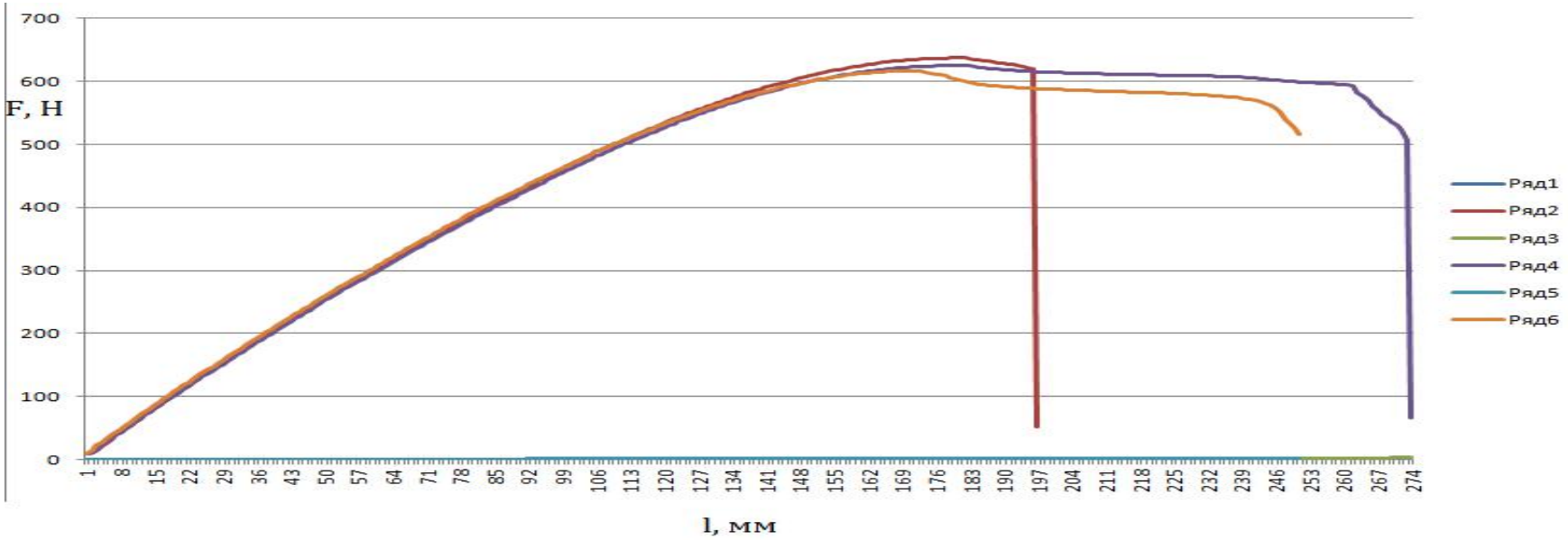
Физические характеристики	Пластик фирмы Rec	Пластик фирмы ESUN
Максимальное усилие до нагрева F, Н	2190	2090
Максимальное усилие после нагрева F, Н	1930	1930
Максимальное удлинение до нагрева l, мм	5,8	4,7
Максимальное удлинение после нагрева l, мм	9,7	4,45

Проведение лабораторных испытаний образцов с разными видами сетки.

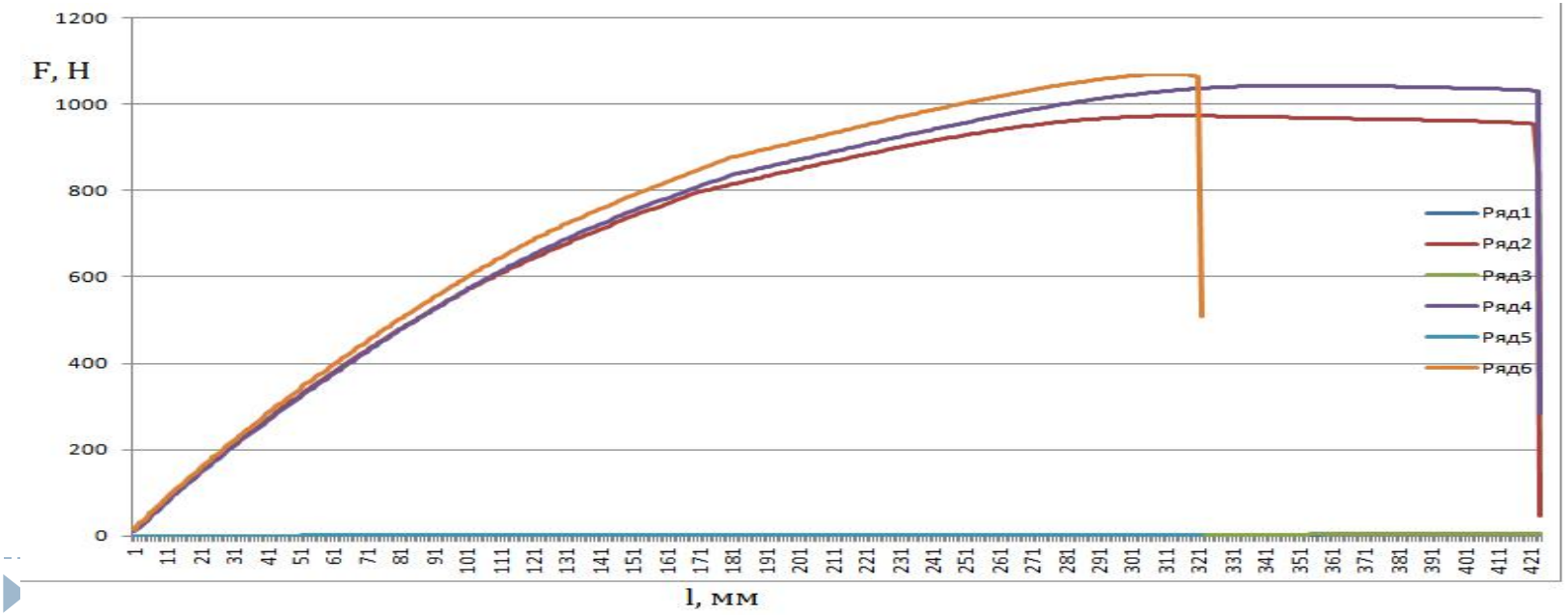




Результаты испытаний образцов с ромбовидной сеткой



Результаты испытаний образцов с сотообразной сеткой



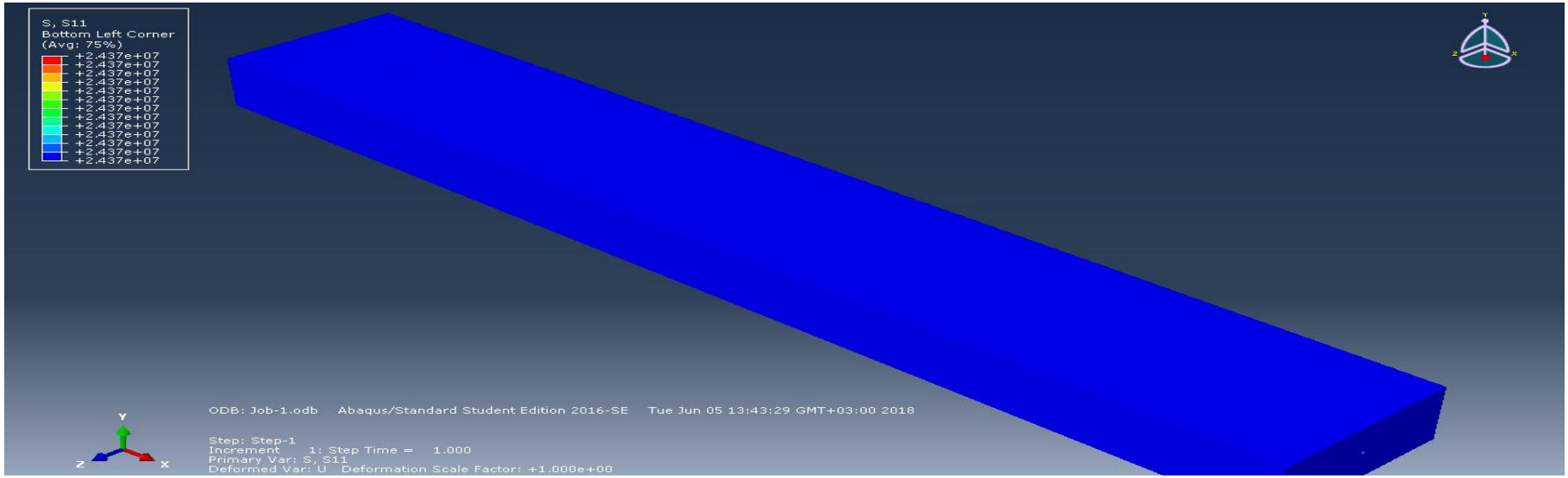
Результаты испытаний образцов сетчатого поперечного сечения:

Вид сетки	Образец №	Плотность, кг/м^3	Заполнение, %.	Максимальное напряжение, МПа.	Максимальное удлинение, мм.
Ромбовидная	1	650	55	16	2,25
	2			15,625	2,9
	3			15,5	2,7
Сотообразная	1	925	65	24,375	4,1
	2			26,25	4,15
	3			26,875	3,3

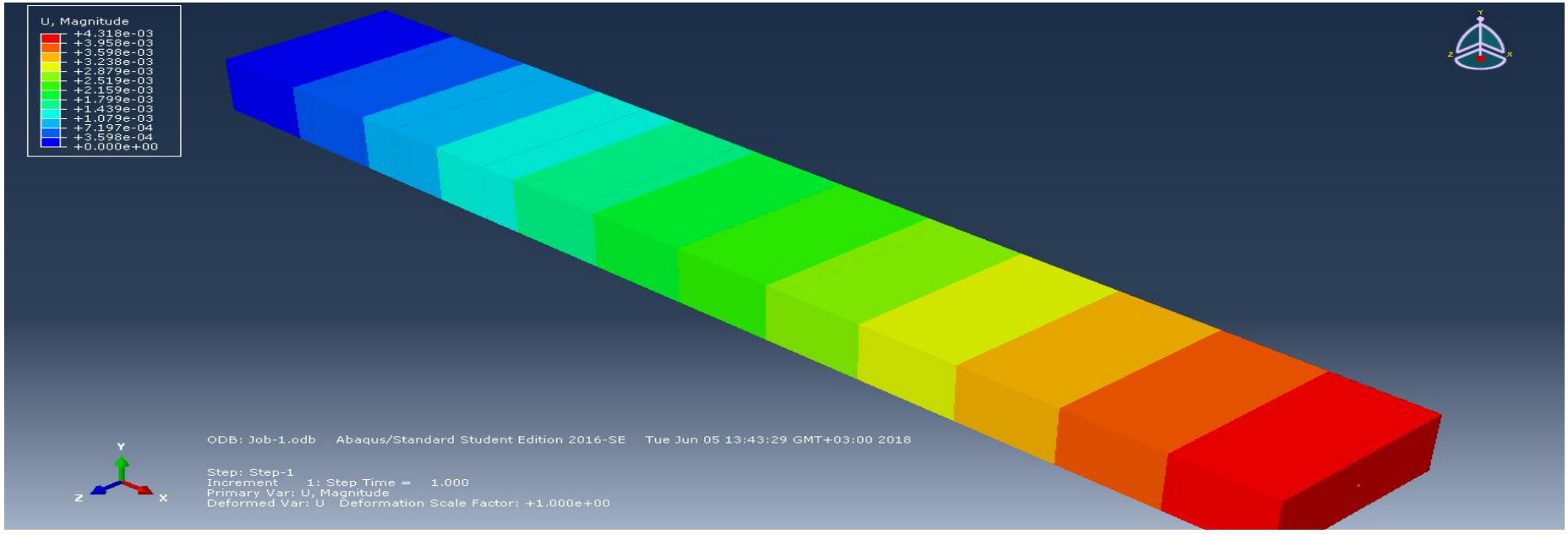
Расчет с помощью программы ABAQUS:

После того как был выявлен наиболее подходящий вид сетки можно приступать к расчетам в программном комплексе. Решается задача в балочной постановке задачи и балочным конечным элементам присвоено прямоугольное поперечное сечение размерами 0,004 м × 0,01 м. Для этого была построена модель образца сплошного поперечного сечения и присвоены ей характеристики сетчатого с сотобразным видом сетки. После этого модель разбивается на конечные элементы и задаются условия закрепления и нагружения, представленные на рисунке.

Полученные напряжения



Полученные перемещения



Сравнительная таблица результатов расчета и лабораторных испытаний :

Вид сетки	Образец №	Максимальное напряжение, МПа.	Максимальное удлинение, мм.	Максимальное напряжение в ABAQUS, МПа.	Максимальное удлинение в ABAQUS, мм.
Сотообразная	1	24,375	4,1	24,37	4,3
	2	26,25	4,15		
	3	26,875	3,3		

Вывод:

- В ходе проведенной работы были исследованы механические характеристики образцов сплошного поперечного сечения, напечатанного на 3D принтере из пластика PLA двух производителей. По итогам испытаний выбор пал на производителя пластика фирмы ENUS по причине наименьшего изменения характеристик после температурного воздействия. Так же были исследованы механические характеристики образцов сетчатого поперечного сечения с сотообразной и ромбовидной сеткой. Проведя данные испытания были найдены механические характеристики выбранного нами вида сетки для последующего расчета в программе ABAQUS. При расчете в данной программе был построен образец сплошного поперечного сечения, которому были присвоены полученные характеристики образца сетчатого поперечного сечения с выбранным видом сетки. В ходе расчета в программном комплексе ABAQUS были найдены максимальное напряжение и максимальное перемещение, которые соответствуют полученным при лабораторных испытаниях. Таким образом, можно считать результаты расчета достоверными и использовать программный комплекс при дальнейших расчетах подобных конструкций.

Спасибо за внимание!