

Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ школьников
«Высший пилотаж»

**Разработка конструкции медицинской трости на основе
биомиметической модели скелета морской губки**

Проект

Направление «Физика»

Выполнил:

Родиков Роман Михайлович

учащийся 10 А класса

ОГБОУ «Лицей № 9г. Белгорода»

2023 г.

Содержание

Аннотация	3
Обоснование актуальности	3
Цель и задачи	4
1. Анализ существующих решений	4
2. Выбор материала и структуры несущей конструкции МИ	5
2.1. Выбор материала.....	5
2.2. Выбор структуры несущей конструкции.....	6
2.3. Исследование механической прочности образцов	9
3. Построение 3d модели медицинской трости и симуляция исследования ее механических свойств	10
4. Оценка экономической целесообразности проекта	12
Выводы	13
Список литературы	14
Приложения	15
Приложение А	15
Приложение Б.....	17
Приложение В	23
Приложение Г.....	25

Аннотация

В ходе выполнения работы разработана конструкция медицинской трости на основе биомиметической модели скелета морской губки. Проведены симуляционные (средствами САПР КОМПАС-3D) и лабораторные испытания образцов, изготовленных из PETG пластика, на устойчивость к нагрузкам, показана перспективность применения сетчатых конструкций с открытыми ячейками для решения различных инженерных задач.

Предполагая изготовление медицинского изделия (МИ) с использованием аддитивных технологий печати конвейерным 3d принтером, в работе обосновано применение термопластика PETG или UltraX в качестве основного конструкционного материала. Проведенные симуляционные исследования механической прочности разработанной модели МИ (средствами САПР КОМПАС-3D), продемонстрировали пригодность его к эксплуатации.

Производство медицинских изделий, адаптированных под конкретного пользователя на стадии производства, без использования специальных механизмов регулировки, может стать успешным стартапом.

Обоснование актуальности

Актуальность темы проекта определяется потребностями людей с ограниченными возможностями здоровья, задачами улучшения их качества жизни при ограниченных финансовых возможностях.

По данным Пенсионного фонда России в стране насчитывается 11,7 миллионов граждан с разной степенью инвалидности, средний размер пенсии которых составляет 12,8 тыс. рублей. Поэтому покупка даже такого медицинского изделия (МИ), как трость, может стать не простой задачей. Государство обеспечивает инвалидов техническими средствами реабилитации. Фондом социального страхования РФ на эти цели в 2020-2022 годы направляется по 35 млрд рублей ежегодно, что покрывает лишь 90% от потребности. На рынке товаров представлено достаточно большое количество моделей различного назначения и ценовых категорий. Однако экспертами отмечается низкое качество наиболее доступных моделей и недостаточная приспособленность к индивидуальным потребностям инвалидов.

Правильно подобранная трость, как дополнительная точка опоры, должна быть прежде всего прочной, легкой и доступной. А также учитывать физиологические параметры тела пользователя.

Наше исследование – это попытка найти техническое решение по улучшению эргономических характеристик МИ посредством доработки существующих конструкций.

Цель и задачи

В современных прикладных науках довольно популярен биомиметический подход - поиск аналогов готовых решений в живой природе. Так исследователи из Гарвардского университета в своем недавнем труде выяснили, что структурные особенности строения морских губок (уникальная иерархической архитектура и механическая прочность во многих масштабах длины) могут послужить вдохновением для более прочных и высоких небоскребов, более длинных мостов и сверхлегких космических кораблей.

Целью нашего проекта стала разработка конструкции медицинской трости на основе биомиметической модели скелета морской губки и исследование ее механических свойств.

Для достижения цели проекта решены следующие задачи:

- 1) Изучить структуру скелета морской губки и ее механические свойства.
- 2) Предложить структуру несущей конструкции МИ, подобрать материал и технологию ее производства.
- 3) Получить экспериментальные образцы с использованием аддитивных 3-D технологий, исследовать их механическую прочность и оценить перспективы применения биомиметической модели.
- 4) Построить 3d модель МИ и провести симуляцию исследования ее механических свойств.
- 5) Оценить экономическую целесообразность проекта.

1. Анализ существующих решений

Изучив характеристики и отзывы покупателей на размещенные в интернет-сервисе «Яндекс.Маркет» модели МИ, а также модели, представленные в сети аптек мы распределили их по стоимости в три условные группы (рис.1) и провели сравнительный анализ.



Рис.1. Наиболее распространенные предложения изделий «Трость медицинская» различных ценовых категорий

Несмотря на кажущееся разнообразие предлагаемых моделей, все МИ этого типа представляют собой полую трубку (целую или составную) изготовленную из дерева, металла или пластмассы. В отношении модели № 1 отзывы покупателей в большинстве – отрицательные. Это самый бюджетный вариант трости. Трость № 2 имеет как положительные, так и отрицательные отзывы. В отношении трости № 3 преобладали в основном положительные отзывы покупателей, но количество покупок было существенно меньше, чем у предыдущих аналогов. Сравнительный анализ моделей, представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Анализ рынка медицинских изделий
«Трость для людей с ограниченными возможностями»

№ образца	цена, руб.	масса, кг	нагрузка, кг	Недостатки (по оценке экспертов)
1	1 099	0,66	87,7	конструкция МИ не прочна, отсутствует регулировка по высоте, ручка скользкая
2	1989	1,38	112,1	масса МИ по сравнению с аналогами, слишком высока, ручка расположена таким образом, что полный хват рукой неудобен
3	3750	1,00	132,5	стоимость изделия высока, в полной мере не окупает все плюсы по сравнению с другими МИ

По результатам проведенного анализа можно сказать, что основными недостатками изучаемых МИ являются высокая стоимость, избыточный вес, отсутствие возможности адаптации конструкции к потребностям каждого человека.

2. Выбор материала и структуры несущей конструкции МИ

2.1. Выбор материала

Предполагая изготовление МИ с использованием аддитивных технологий печати конвейерным 3d принтером (в приложении А представлено обоснование использование данного устройства и его внешний вид), в качестве основного конструкционного материала мы выбрали термопластик [5]. Именно этот материал соответствует требованиям, которым должно отвечать готовое изделие: устойчивость к погодным условиям (влага, ультрафиолет, высокие и низкие температуры), износостойкость и легкость.

Выбор термопластиков пригодных для 3d печати достаточно большой (табл. 2). Анализ имеющихся данных позволяет утверждать, что PLA и ABS термопластики не подходят для решения поставленных нами задач из-за малой устойчивости к влияниям внешней среды.

Таблица 2.

Сравнительная характеристика пластиков для 3 D печати

Пластик	Стоимость, руб./г	Плотность, г/см ³	МАХ напряжение на сжатие / изгиб, МПа	Температура эксплуатации, °С	Особенности материала
PLA	≈ 1,7	1,25	77,4 / 94,2	от -20 до +40	Биоразлагаем, неустойчив к ультрафиолету
ABS	≈ 1,6	1,05	49,3 / 65,4	от -40 до +90	Неустойчив к ультрафиолету, имеет большое значение термоусадки
ASA	≈ 2,5	1,08	56,5 / 69,5	от -40 до +80	Имеет устойчивость к условиям внешней среды, большая термоусадка при печати
PETG	≈ 1,2	1,3	51,7 / 76,1	от -40 до +70	Стойкость к условиям внешней среды, большая термоусадка усадка при печати
FormaX	≈ 7,3	1,11	108,8 / 74,8	от -60 до +105	Очень высокая прочность и жёсткость материала, практически отсутствующая усадка, устойчивость к внешней среде
UltraX	≈ 10,2	1,11	240 / 300	от -60°С до +150	Высочайшая стойкость к физическим нагрузкам (среди ТП), истиранию, ультрафиолету, практически отсутствующая усадка, стоек ко многим химикатам

Выбор между ASA, PETG, FormaX, UltraX пластиками был сделан на основе расчёта отношения стоимости одного грамма материала, к 1 МПа выдерживаемых напряжений (табл.3).

Таблица 3.

Отношение стоимости материала, к предельным прочностям

Термопластик	Стоимость 1 МПа прочности на сжатие, руб.	Стоимость 1 МПа прочности на изгиб, руб.	Сумма, руб.
ASA	0,044	0,036	0,08
PETG	0,023	0,016	0,039
FormaX	0,067	0,098	0,165
UltraX	0,034	0,06	0,096

По этому показателю безусловным лидером является PETG пластик. UltraX пластик, не смотря на более высокую стоимость, привлекает значительной прочностью и износостойкостью.

2.2. Выбор структуры несущей конструкции

Наиболее перспективной для несущей конструкции МИ, нам показалась структура, имитирующая упрощенную структуру морской губки.

Минерализованная скелетная система губки вида *Euplectella aspergillum* образована стекловидными элементами (спикулами) состоящими из центрального белкового ядра,

окруженного чередующимися concentрическими слоями консолидированных наночастиц кремнезема (диоксид кремния, SiO_2) и тонкими органическими прослойками (рис.2).

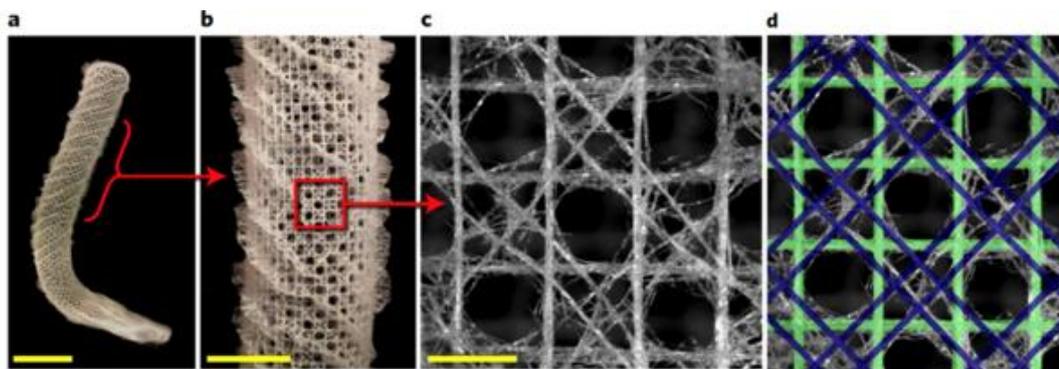


Рис. 2. Скелет морской губки (a, b, c – внешний вид; d – схема).

Спикулы организованы таким образом, чтобы формировать квадратную сетку, усиленную двумя пересекающимися наборами парных диагональных распорок, создавая подобный шахматной доске узор чередующихся открытых и закрытых ячеек.

Известно, что сетчатые решетки с открытыми ячейками, такие как те, что встречаются в скелетной системе губки, обычно используются в инженерном контексте из-за их меньшего веса, высокого поглощения энергии и способности контролировать распространение акустических и тепловых волн. Как правило, свойства и функциональность таких геометрических фигур зависят от типа и характеристик связи их узлов

Влияние многослойной архитектуры спикул на замедление распространения трещин и на увеличение прочности на изгиб и сжатие уже подвергались рассмотрению в научной литературе, но потенциал механических преимуществ двухдиагональной квадратной решетки, состоящей из спикул, не нашел пока широкого применения. Именно такая структура показалась нам наиболее подходящей для несущей конструкции МИ.

Для проведения испытаний были разработаны модели решеток реализация которых возможна с применением 3d печати (рис.3).

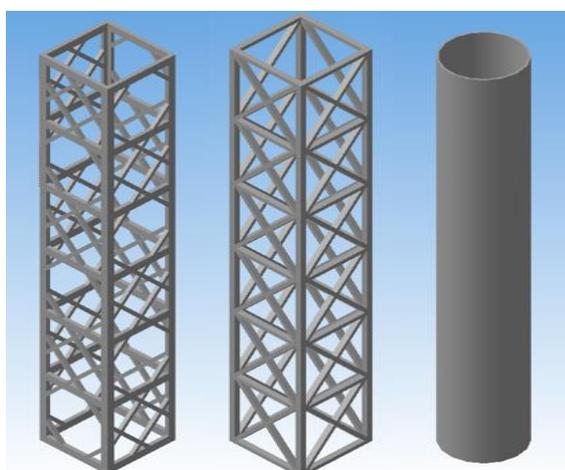


Рис.3. Модели экспериментальных образцов

Решетка, моделирующая упрощенную структуру губки (образец 1), решетка с квадратными двухдиагональными ячейками (образец 2) и контрольный образец в виде полый трубки (образец 3). Их элементарные ячейки представлены на рис.4.

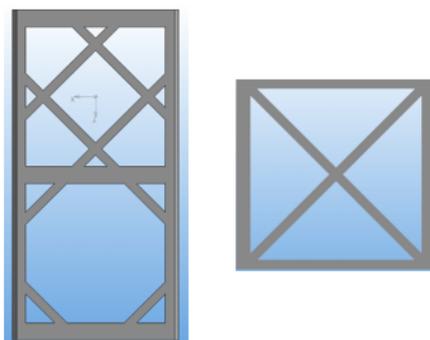


Рис. 4. Элементарные ячейки исследуемых структур

Моделирование экспериментальных образцов выполнено в Системе КОМПАС-3D V14 (САПР КОМПАС-3D). Образцы предполагают одинаковый расход материала, имеют одинаковую высоту и площадь поперечного сечения.

Размеры моделей рассчитывались с учетом возможностей 3D принтера и оборудования, для измерения механической прочности, использованного для проведения реального эксперимента.

Проведя симуляционные испытания, мы измерили механическое напряжение, возникающее в образцах с различными структурами под действием силы 500 Н. Результаты испытаний представлены в таблице 1 и на рис. 1-12 (прил. Б).

Таблица 4.

Зависимость механического напряжения от вектора нагрузки

Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца, °	Максимальное механическое напряжение при векторе нагрузки 500 Н, МПа		
	образец 3	образец 2	образец 1
90	61	95	17
45	160	297	261
30	167	338	313
0	193	353	354

Анализ результатов симуляции выявил значительные отличия в деформациях образцов. При осевой нагрузке минимальное механическое напряжение возникло в контрольном образце - 17 МПа, 61 МПа у образца 3 и 95 МПа у образца 2. Однако значение поперечных напряжений при одинаковой ориентации вектора нагрузки в 1,5 и 2 раза меньше у биомиметической модели.

2.3. Исследование механической прочности образцов

Для оценки механической прочности исследуемых структур, по разработанным ранее моделям, были напечатаны 10 образцов из PETG пластика по 5 каждой структуры (рис 5). Испытания простой трубки не проводились.

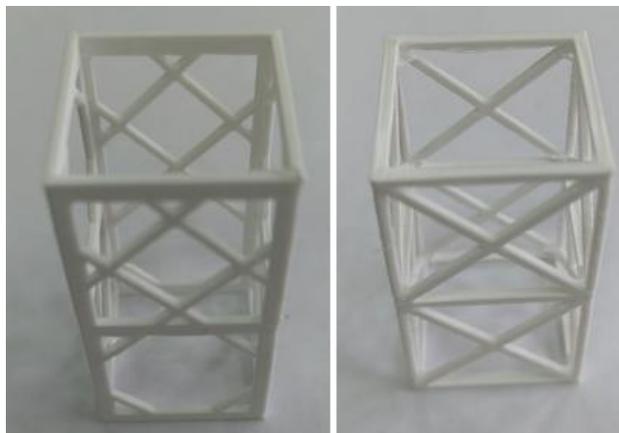


Рис. 5. Напечатанные на 3 D принтере образцы

Измерение предела прочности образцов при сжатии производилось с использованием гидравлического прессы ПГМ 50 МГ4 с максимальной нагрузкой до 5 тонн, в лаборатории кафедры СМИК БГТУ им. В.Г. Шухова (рис.6).

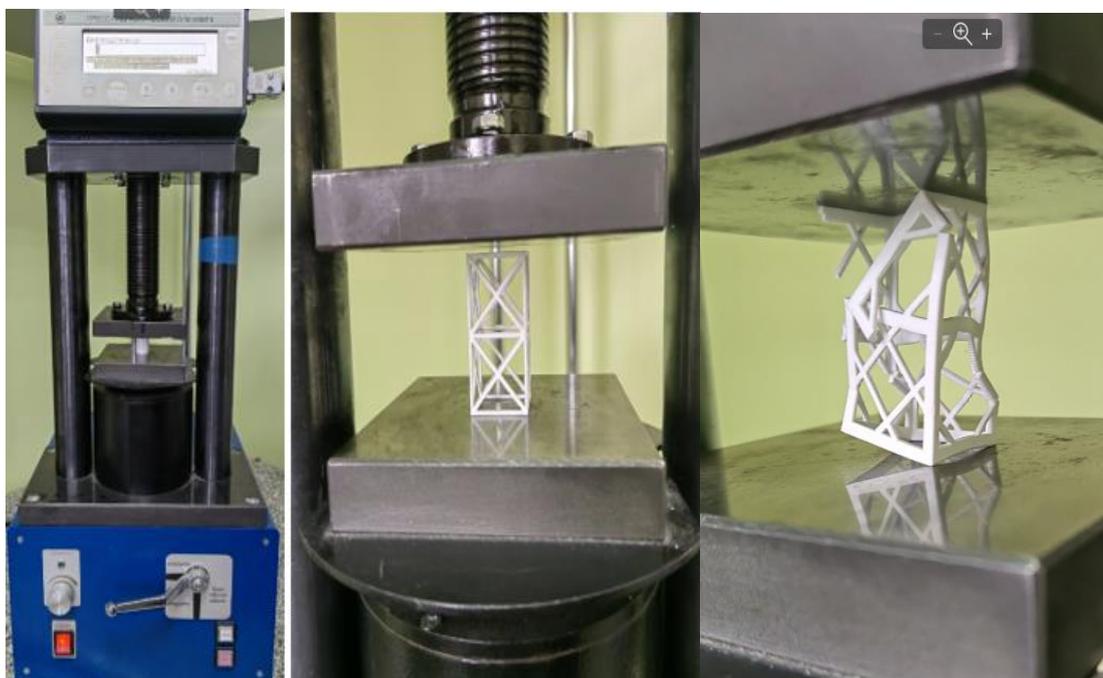


Рис. 6. Измерения на гидравлическом прессе

Полученные результаты представлены в таблице 5 и 6.

Таблица 5.

Биомиметическая модель решетки		
Измеряемая величина № образца	Разрушающая осевая нагрузка, кН	Предельная деформация, мм
1	0,885	1,06
2	0,830	1,02
3	0,840	1,12
4	0,850	1,04
5	0,835	1,06
Среднее	0,852	1,07

Таблица 6.

Решетка с квадратными двухдиагональными ячейками		
Измеряемая величина № образца	Разрушающая осевая нагрузка, кН	Предельная деформация, мм
1	0,230	0,41
2	0,225	0,33
3	0,220	0,44
4	0,230	0,38
5	0,215	0,52
Среднее	0,223	0,42

Анализ полученных результатов показывает, что образцы на основе структуры синцития морской губки демонстрируют сравнительно высокую устойчивость к осевым нагрузкам и упругость. Их разрушающая осевая нагрузка на 280%, а предельная деформация на 150 % превышает такие же показатели образцов с двухдиагональными решетками.

Комплекс симуляционных испытаний и лабораторных позволил нам сделать обоснованный выбор структуры несущей конструкции разрабатываемого медицинского изделия. Биомиметическая модель продемонстрировала свойства, перспективные для решения задач дальнейшей разработки МИ.

3. Построение 3d модели медицинской трости и симуляция исследования ее механических свойств

Построение модели готового МИ включало разработку удобной для хвата всей рукой ручки трости (длина широкой поверхности ручки – 11 см) и упора – переходника (рис.7).

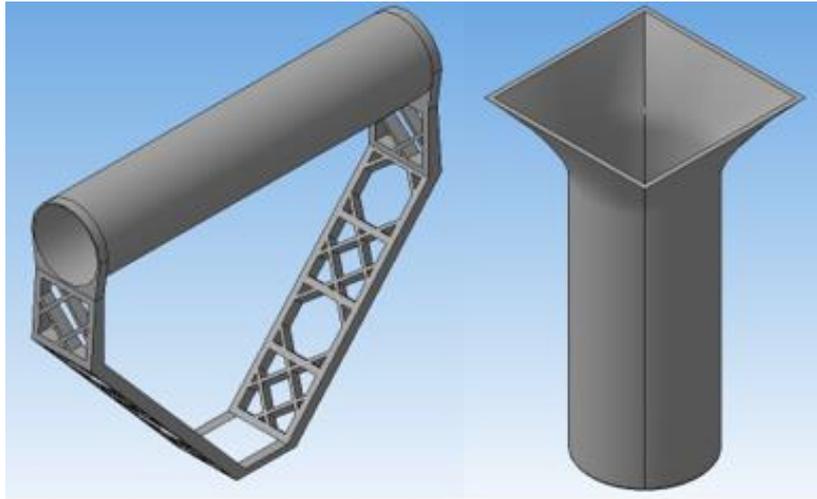


Рис. 7. Модель ручки и упора-переходника

Затем обе детали были совмещены с несущей конструкцией (рис. 8).

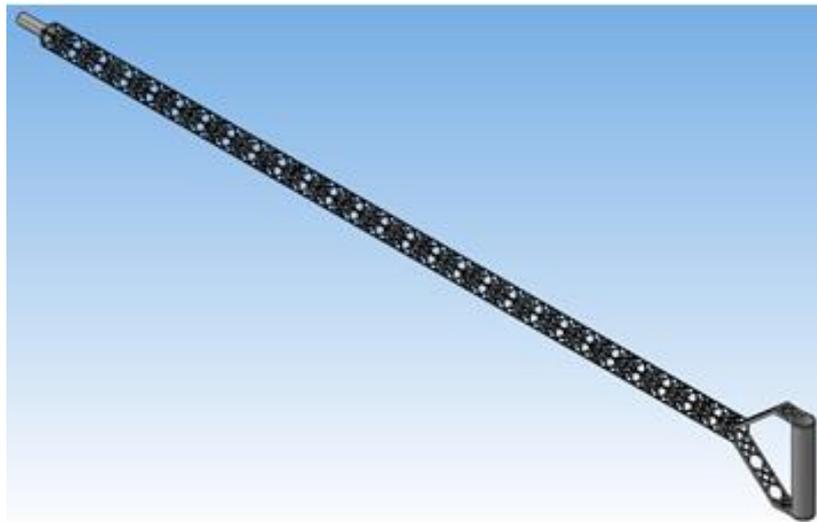


Рис. 8. Внешний вид модели готового изделия

При эксплуатации МИ вектор нагрузки может быть сориентирован практически вдоль оси, однако не полная площадь контакта упора с поверхностью может вызывать значительные напряжения изгиба. Поэтому симуляционные испытания разработанной модели средствами САПР КОМПАС-3D были проведены для двух вариантов упора частичного (рис.9) и полного. Конструкционный материал – термопластик UltraX. Визуализация испытаний представлена на рисунках 1-2 (прил. В), а результаты прочностного анализа модели в таблице 7.

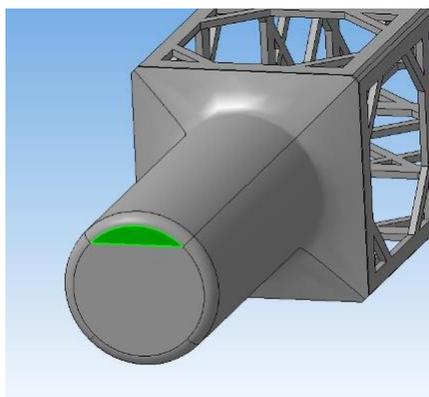


Рис. 9. Область контакта с поверхностью при частичном упоре (зеленая зона)

Таблица 7.

Результаты прочностного анализа модели МИ

Тип упора	МАХ напряжение изгиба, МПа	МАХ напряжение сжатия, МПа
Полный	220	142
Частичный	284	193

Из таблицы видно, что максимальные напряжения во время испытаний не превысили пороговых для пластика UltraX (240/300 – изгиб сжатие соответственно). Поэтому, можно предположить эксплуатационную пригодность изделия, выполненного на основе разработанной модели.

4. Оценка экономической целесообразности проекта

С целью предварительной оценки экономической целесообразности изготовления МИ разработанной конструкции по предложенной технологии, был проведён примерный экономический расчёт полной стоимости одной единицы спроектированного МИ, включая затраты на производство.

Стоимость производства 1 единицы МИ рассчитана по формуле:

$$Ст_{МИ} = V * \rho * C * k, \text{ где:}$$

Ст_{МИ} – общая стоимость медицинского изделия;

V – объем готового изделия (26 932,6 мм³ в соответствии с расчетами САПР КОМПАС 3D);

ρ – плотность материала (0,0011 г/мм³);

C – стоимость 1 гр. материала (10,2 руб.);

k – отношение стоимости термопластика к полным затратам для 3d печати ($k = 2,5$ – значение принято в соответствии с авторским подходом компании Vektorus изложенным по ссылке – <https://vektorus.ru/blog/sebestoimost-pechati-na-3d-printere.html>).

$$\text{Ст}_{\text{МИ}} = 26\,932,6 * 0,0011 * 10,2 * 2,5 \approx 762,3 \text{ рублей.}$$

Таким образом, стоимость предложенного варианта МИ, изготовленного из качественного пластика UltraX, на $\approx 30,6\%$ меньше цены самого бюджетного предложения на рынке МИ. При этом, общая масса МИ не превысит 100 гр. с учётом резиновых насадок и прокладок из полиуретана, что в свою очередь на $\approx 84,8\%$ меньше массы самого легкого аналога.

Выводы

В ходе выполнения работы мы разработали конструкцию медицинской трости на основе биомиметической модели скелета морской губки. Проведя симуляционные и лабораторные испытания, показали перспективность применения сетчатых конструкций такого рода для решения различных инженерных задач. Для изготовления МИ по разработанной модели, были подобраны материалы и технология производства, обеспечивающая адаптацию трости под конкретного пользователя ещё на стадии проектирования. Проведенные симуляционные исследования механических свойств изделия продемонстрировали пригодность его к эксплуатации. Предварительная оценка говорит об экономической целесообразности проекта.

Продолжением развития проекта может стать более глубокое изучение распределения напряжений в элементах конструкции и ее доработка, с целью сокращения расходов материала при сохранении прочности. В перспективе предполагается осуществить печать готового изделия, провести физические испытания и возможно получить патент на изобретение. Возможная дорожная карта проекта, с учетом уже решенных задач приведена в приложении Г.

Производство МИ адаптированных под конкретного пользователя на стадии производства без использования специальных механизмов регулировки, может стать успешным стартапом.

Список литературы

1. Расчет себестоимости печати на реальном примере [Электронный ресурс] // VEKTORUS. — 2021. — Режим доступа: <https://vektor.us.ru/blog/sebestoimost-pechati-na-3d-printere.html>.
2. Dmytro, K. Морская губка как вдохновение для будущих небоскребов, мостов и космических кораблей [Электронный ресурс] / K. Dmytro // Хабр. — 2020. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/520464/>.
3. ADVANCES IN CARBON FIBER REINFORCED POLYAMIDE-BASED COMPOSITE MATERIALS [Электронный ресурс] // ADVANCES IN MATERIALS SCIENCE, Vol. 19, No. — 2019. — Vol. 4, № 62. — P. 16. — Режим доступа: <https://sciencedirect.com/pdf/10.2478/adms-2019-0023>.
4. Compressive Strength Testing of Plastics [Электронный ресурс] // MatWeb. — 2019. — Режим доступа: <https://www.matweb.com/reference/compressivestrength.aspx>.
5. UltraX - параметры печати, характеристики и свойства материала [Электронный ресурс] / ООО "РЭК" ИНН: 5047143853 // Описание материалов. — 2021. — Т. Материалы X-Line. — Режим доступа: <https://rec3d.ru/rec-wiki/ultraX/>.
6. Александр, М. Создан 3D-принтер для непрерывной печати конвейерным методом [Электронный ресурс] / М. Александр // НОВОСТИ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ. — 2017. — Режим доступа: <https://www.techcult.ru/technology/4317-3d-pechat-konvejernym-metodom>.
7. Александр, К. 3D-печать, битва технологий, FDM vs SLA [Электронный ресурс] / К. Александр // Хабр. — 2021. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/568446/>.
8. ABS-пластик: характеристики, преимущества и параметры печати [Электронный ресурс] / ООО "РЭК" ИНН: 5047143853 // Описание материалов. — 2021. — Режим доступа: <https://rec3d.ru/rec-wiki/abs-plastik/>.
9. PETG пластик для 3D принтера [Электронный ресурс] / Вольтик // Всё о 3d печати. — 2021. — Режим доступа: <https://volti.ru/petg-plastic-for-3d-printing/>.
10. PLA-пластик: характеристики, настройки печати, советы [Электронный ресурс] / ООО "РЭК" ИНН: 5047143853 // Описание материалов. — 2021. — Режим доступа: <https://rec3d.ru/rec-wiki/pla-plastik-kharakteristiki-nastroyki-pechati-sovety/>.
11. X-Line FormaX - параметры печати, свойства материала и советы [Электронный ресурс] / ООО "РЭК" ИНН: 5047143853 // Описание материалов. — 2021. — Режим доступа: <https://rec3d.ru/rec-wiki/x-line-formax/>.

Приложение А

Выбор термопластика в качестве конструкционного материала позволяет применить технологии FDM объёмной печати термопластиком. Длина готовой трости (около 1 метра) вынуждает печатать его на очень большом и, соответственно, дорогом принтере, либо по частям, что, несомненно, увеличит итоговую стоимость производства и создаст уязвимости в местах соединений. Для решения этой проблемы, можно применить печать на конвейерном принтере (рис.1).



Рис.1. Конвейерный 3d – принтер

Устройство таких принтеров следующее: под экструдером во время печати вместо стола, находится постоянно движущаяся лента. Часть напечатанного изделия постоянно отодвигается от рабочей зоны, тем самым позволяя осуществить процесс непрерывной печати изделий почти любой длины. Также, печать на конвейерных принтерах производится под углом в 45 градусов, а не 90, что увеличивает площадь соприкосновения слоёв (примерно в 1,41 раза), тем самым дополнительно повышая прочность и надёжность (Рис. 2).

Ещё одним немаловажным фактором будет то, что при печати столь сложной и полой внутри структуры, будет необходимо использовать поддерживающие конструкции – поддержки. Такие конструкции автоматически печатаются вместе с моделью для сохранения надлежащего качества производства и после печати изымаются из модели.

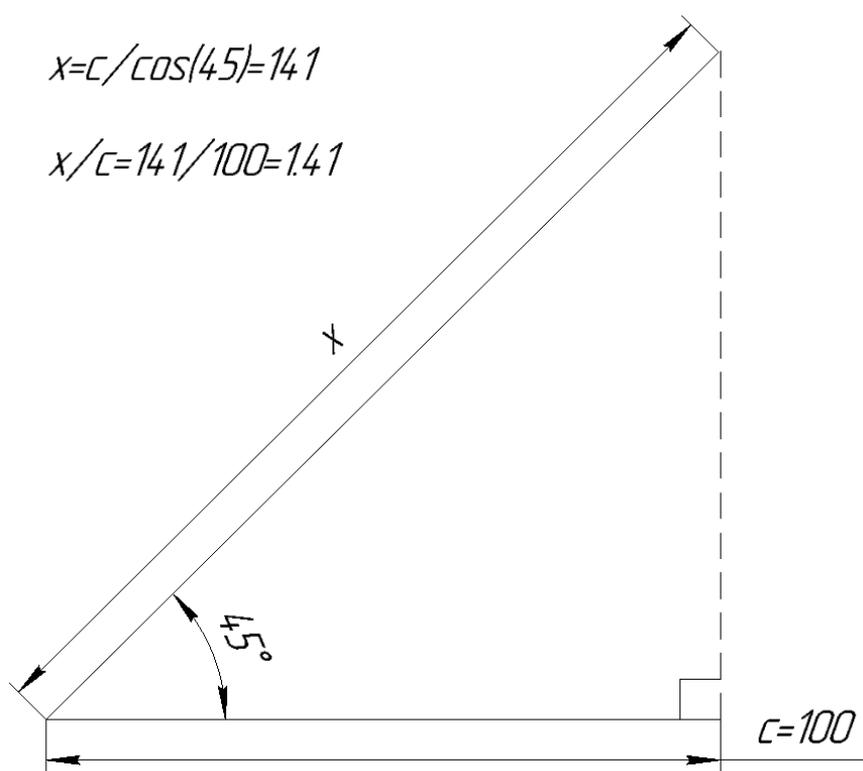


Рис. 2

При использовании принтера с одним экструдером, на такие конструкции будет уходить дорогой UltraX пластик, который конечно потом можно будет переработать и снова использовать в качестве филамента, но это удорожит производство. Использование принтера с двумя экструдерами, печатающими двумя филаментами, позволит для создания поддержек использовать дешёвый ABS или PLA ТП, которые можно будет потом просто выбросить.

Приложение Б

Визуализация испытаний образцов в САПР КОМПАС-3D, вектор нагрузки 500 Н

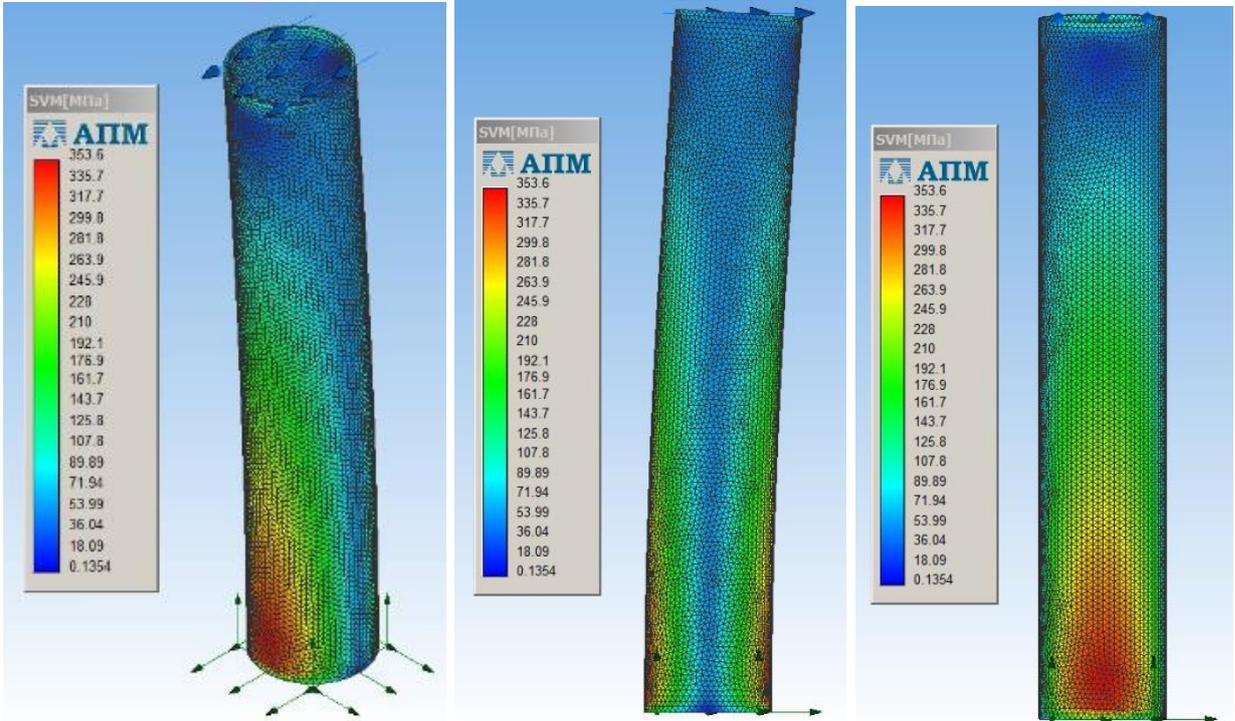


Рис. 1. Образец 3. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 0°

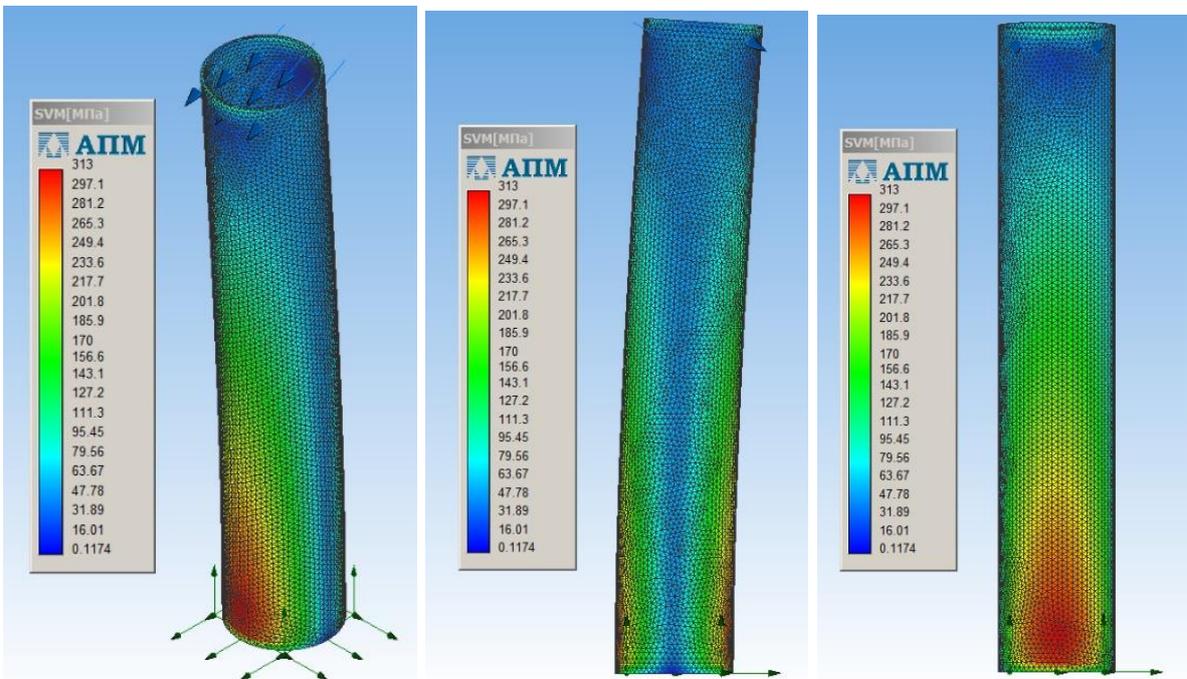


Рис. 2. Образец 3. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 30°

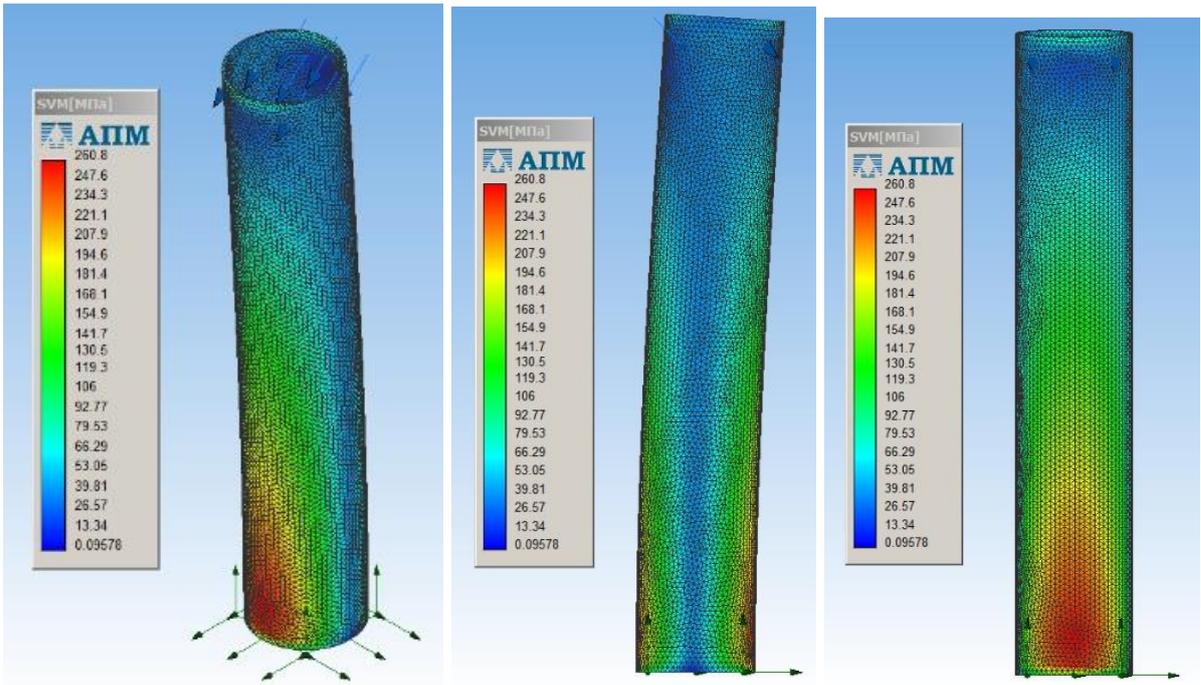


Рис. 3. Образец 3. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 45°

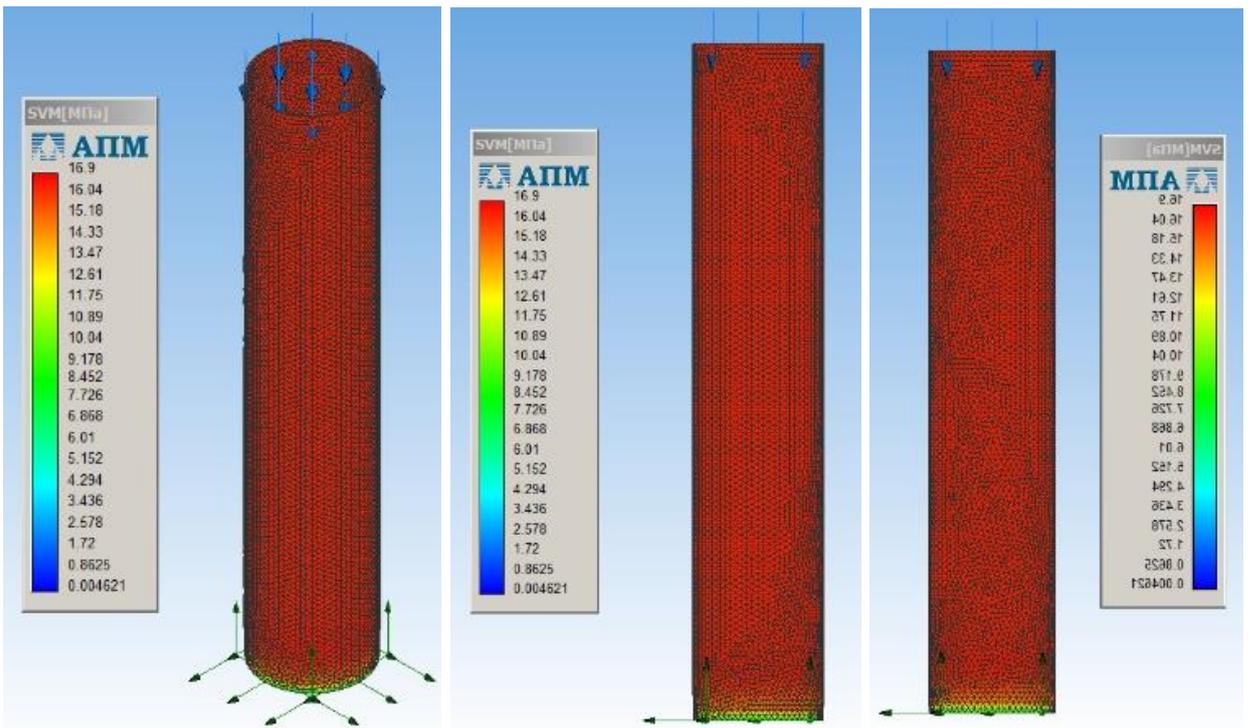


Рис. 4. Образец 3. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 90°

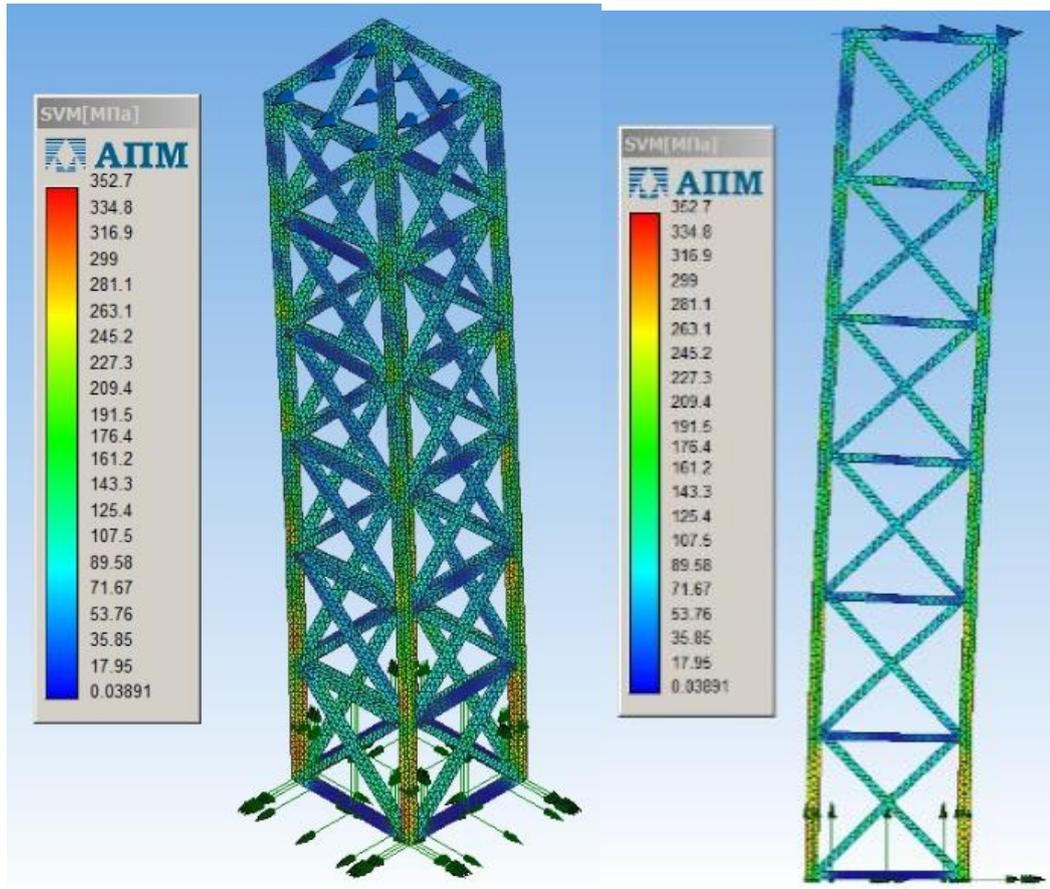


Рис. 5. Образец 2. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 0°

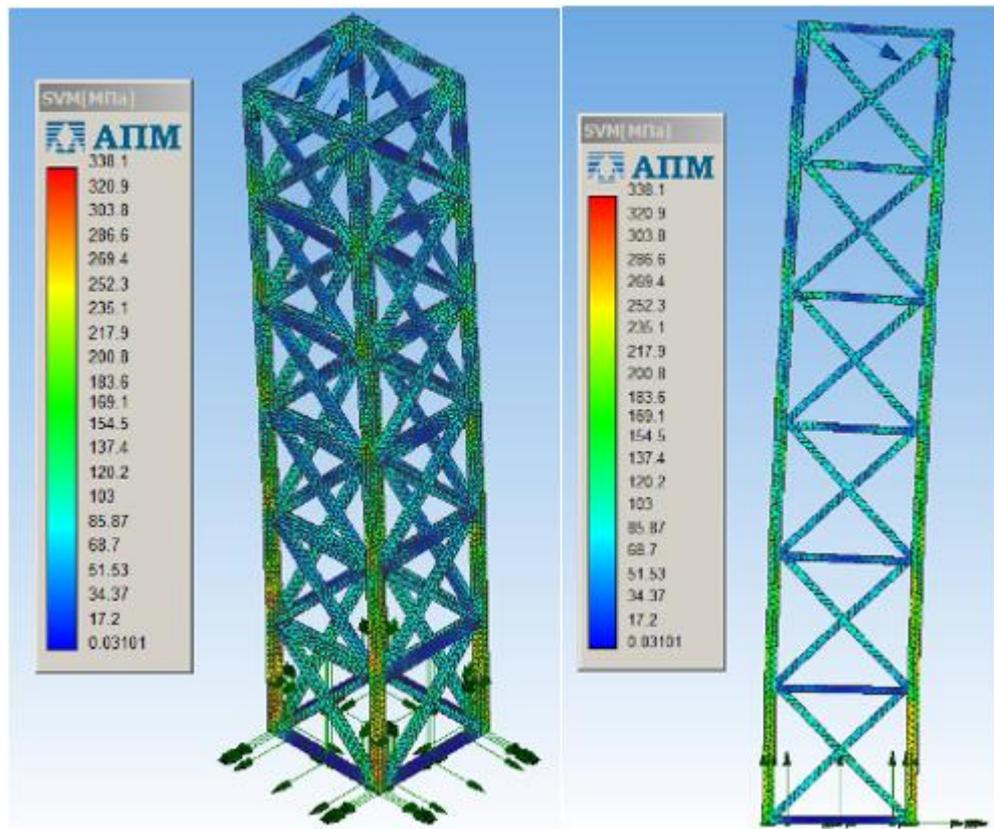


Рис. 6. Образец 2. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 30°

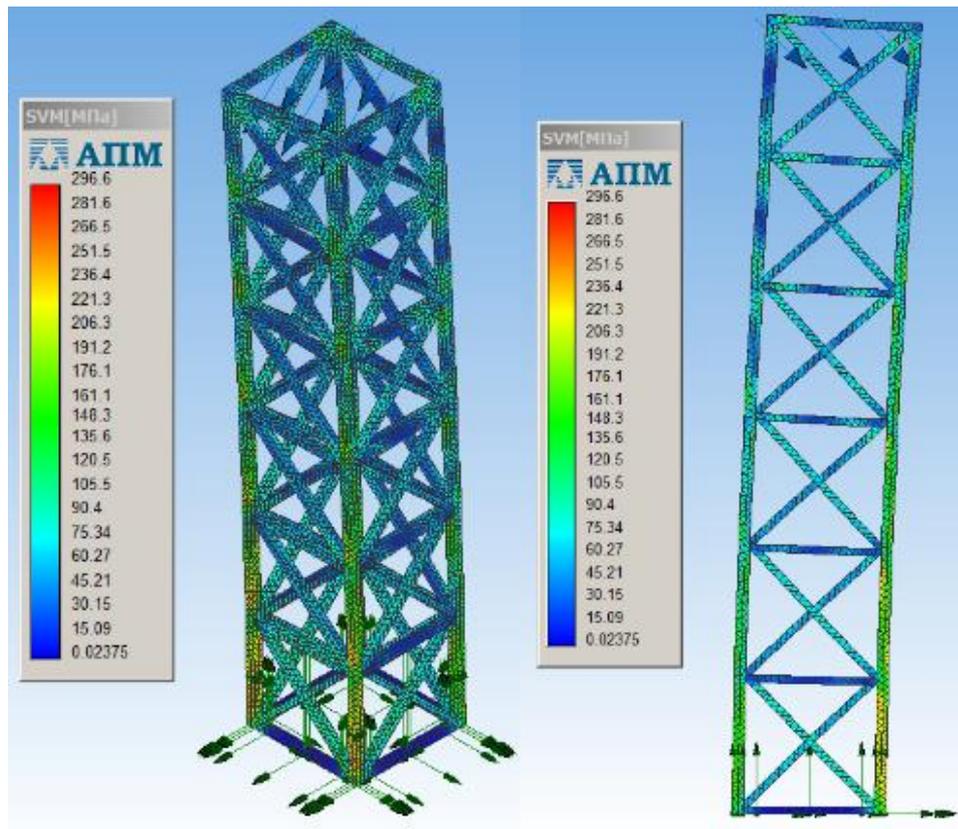


Рис. 7. Образец 2. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 45°

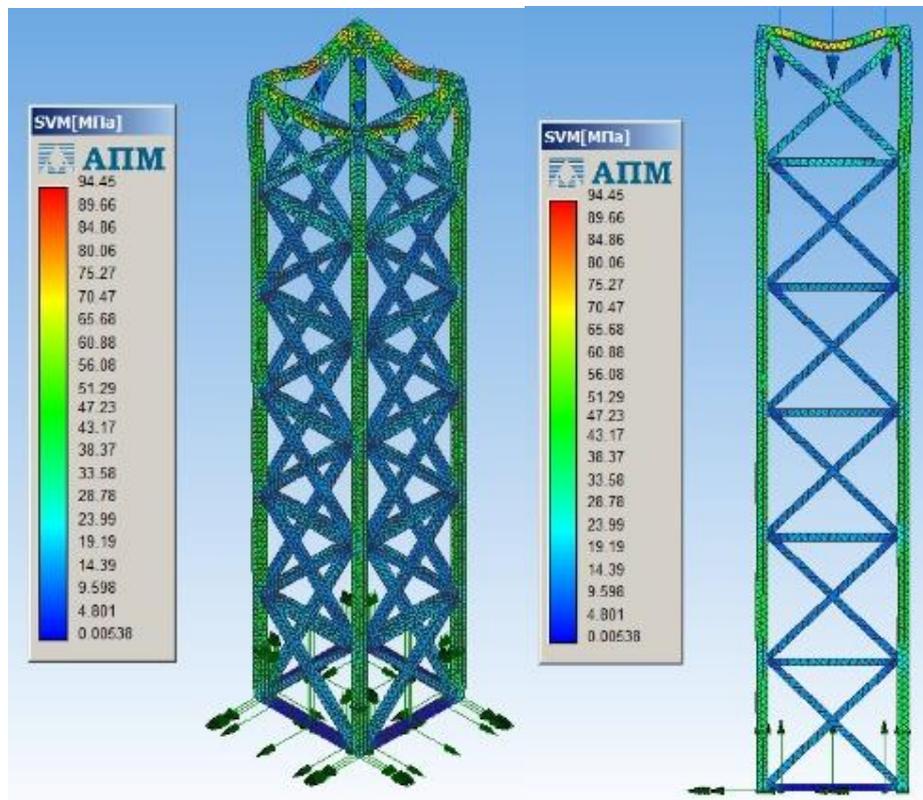


Рис. 8. Образец 2. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 90°

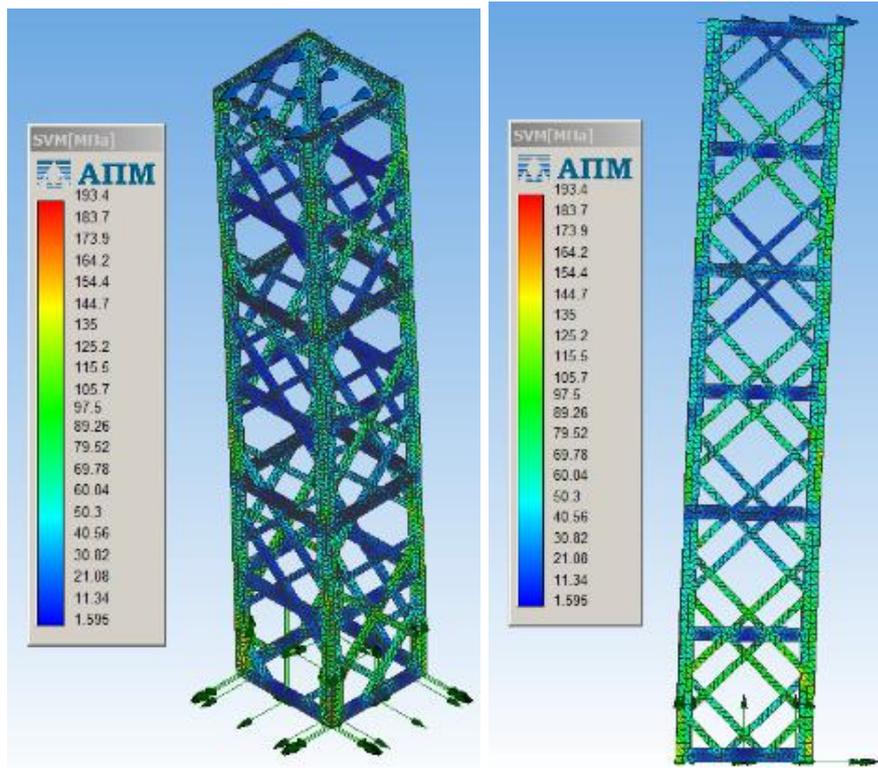


Рис. 9. Образец 1. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 0°

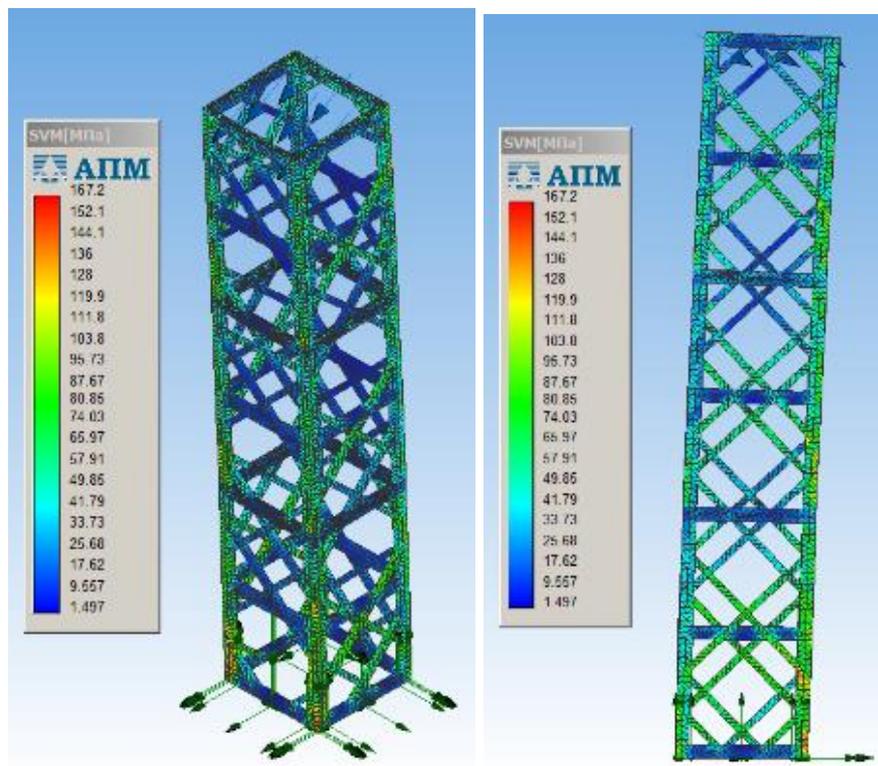


Рис. 10. Образец 1. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 30°

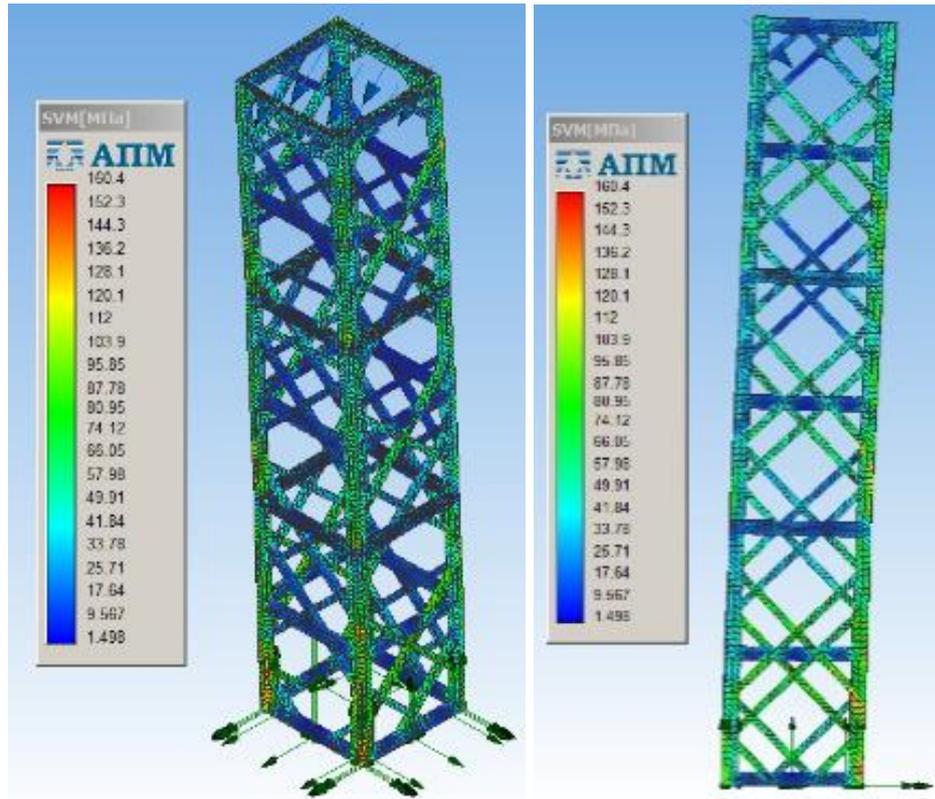


Рис. 11. Образец 1. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 45°

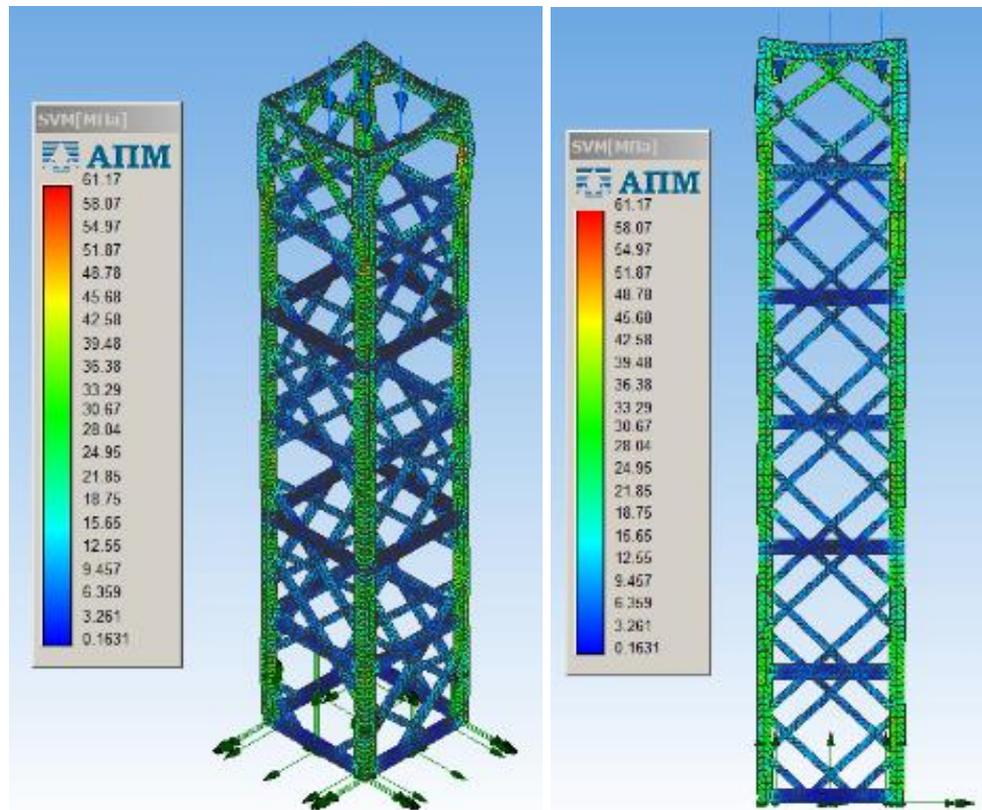


Рис. 12. Образец 1. Угол между вектором нагрузки и перпендикуляром к оси образца 90°

Приложение В

Визуализация испытаний модели МИ в САПР КОМПАС-3D

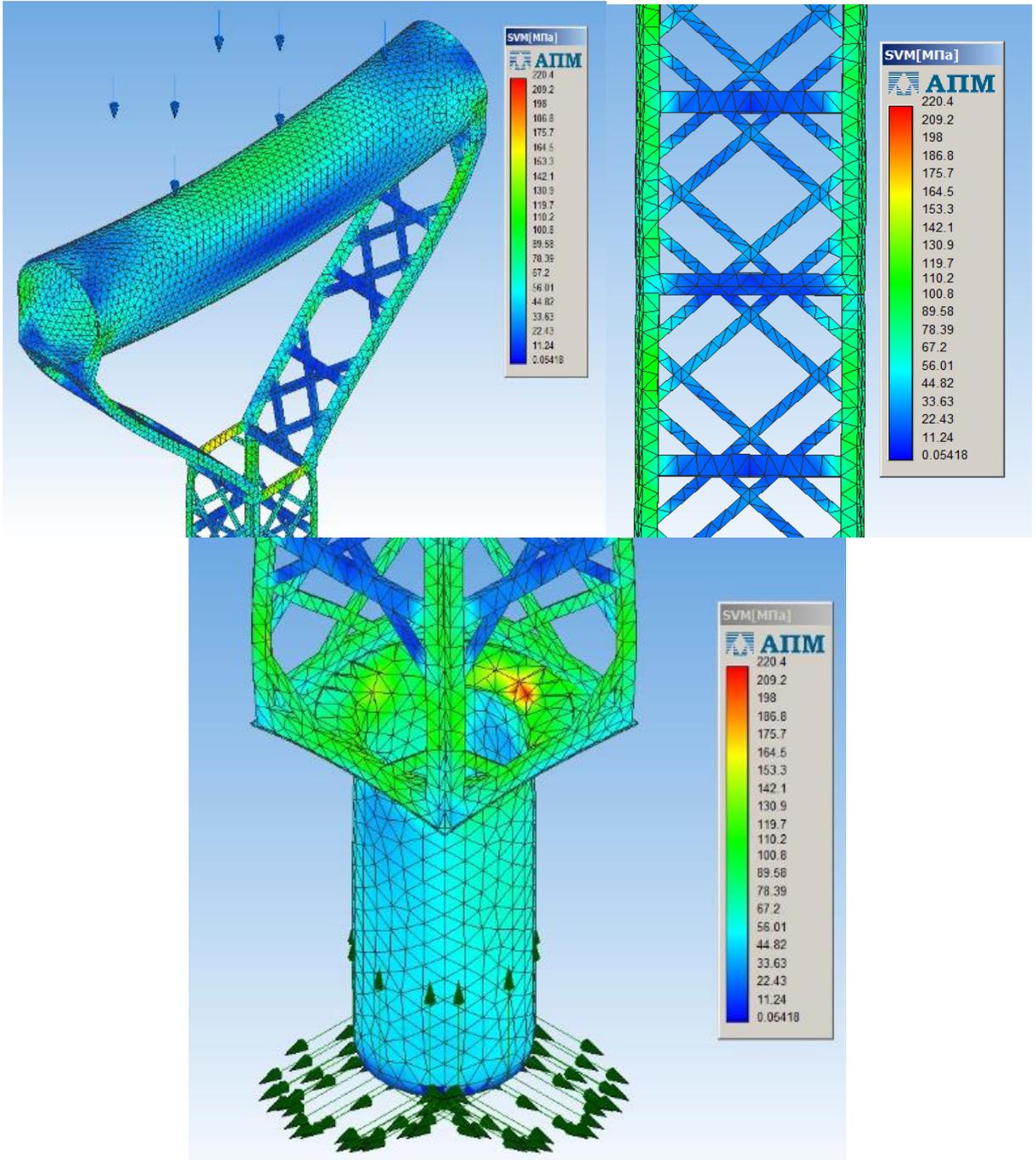


Рис. 1. Испытания с упором на всю площадь

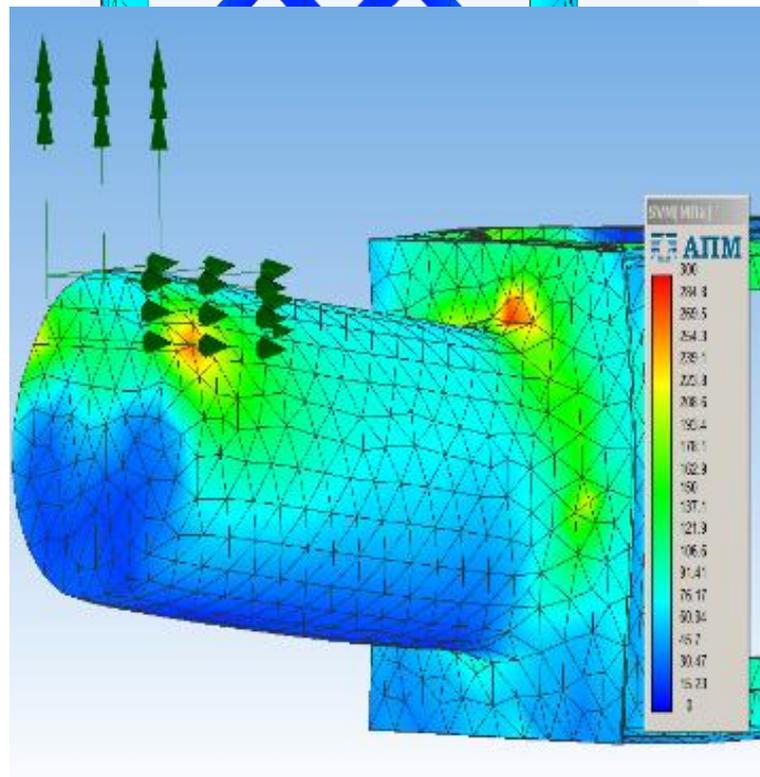
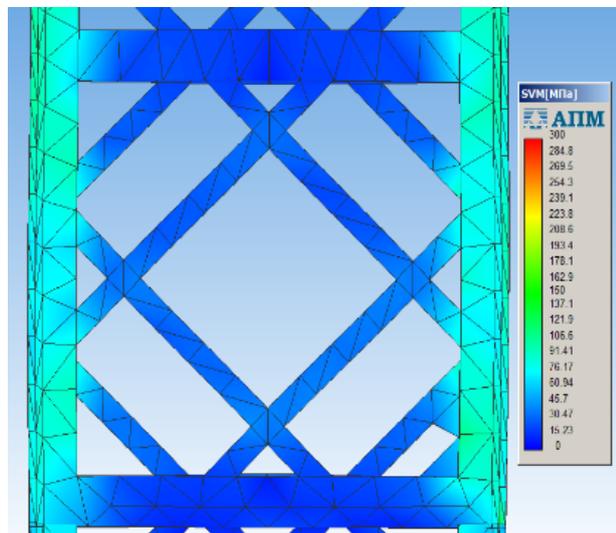
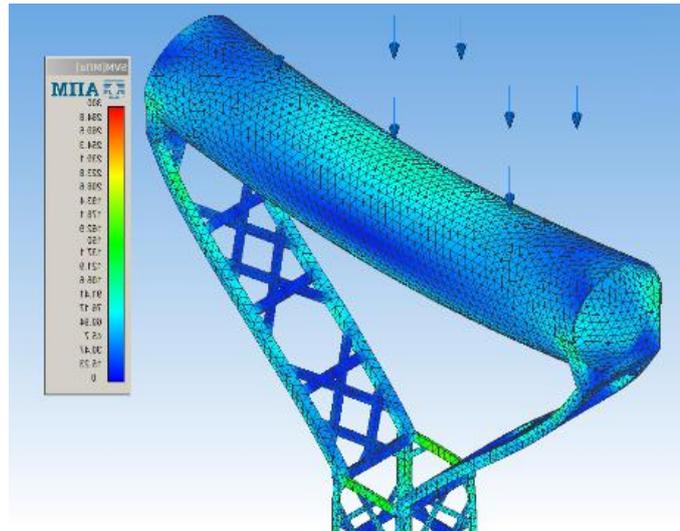


Рис. 2. Испытания с частичным упором

Приложение Г

Дорожная карта проекта

№ п/п	Содержание мероприятия (работ)	2022 год		2023 год			
		3 квартал	4 квартал	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
1	Анализ рыночных предложений трости в различных ценовых диапазонах	+					
2	Выбор структуры и формы несущей конструкции трости. Определение подходящей технологии производства трости	+					
3	Построение 3d модели трости на основе модели скелета морской губки	+					
4	Проведение симуляции исследований механических свойств разработанной 3d модели трости	+	+				
5	Оценка экономической эффективности проекта		+				
6	Покупка 3d принтера IdeaFormer IR3 V1 Infinite Z-Axia (далее просто 3d принтер), технических расходников			+	+		
7	Закупка первичного объёма филамента				+		
8	Проведение испытаний изделия во взаимодействии с органами социальной защиты Белгородской области					+	
9	Создание landing page					+	
10	Создание интернет – сайта						+
11	Продвижение продукта. Реклама						+