

DOI: 10.12737/23564

Соснина О.А., канд. техн. наук, доц.,  
Бирюкова А.О., магистрант

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

## РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И ЧЕРТЕЖЕЙ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО МАКЕТА

leviathana@yandex.ru

При создании архитектурного или промышленного объекта необходимо изготовить его предварительную модель, которая с максимальной точностью будет повторять спроектированное сооружение. Макетирование дает возможность поиска недоработок и неточностей, помогает сформировать объемно-пространственное видение и архитектурно-образное мышление. Также макетирование демонстрирует новые функции уже созданных архитектурных объектов. Одним из таких объектов является «Нижегородская канатная дорога». В данной статье описана технология проектирования макета для демонстрации обновленной системы освещения на опорах канатной дороги.

**Ключевые слова:** макетирование, архитектурный макет, трехмерное моделирование, чертеж, нарезка на станке с ЧПУ.

**Введение.** Макетирование – проектно-исследовательское моделирование, направленное на получение наглядной информации о свойствах проектируемого изделия в форме объемного изображения. Макет дает сведения о пространственной структуре, размерах, пропорциях, пластике (топологии) поверхностей, цветовом и фактурном решении и прочих особенностях изделия [1].

Макет развивает объемно-пространственное видение и архитектурно-образное мышление. Он помогает выявить общие композиционные закономерности, уточняет пропорции, соотношение членений, помогает найти противоречия в объемно-пространственном решении композиции и определить пути их устранения [2].

Рабочий макет дает возможность наглядно представить свои идеи и свободно оперировать объемами и пространством [3].

### Основная часть

Архитектурный макет «Нижегородская канатная дорога» предназначен для выставочного показа с целью демонстрации обновленного освещения на опорах дороги.

Архитектурный макет высокой детализации должен соответствовать следующими характеристикам:

- Масштаб макета 1:25.
- Макет должен иметь витрину (пылезащитный прозрачный короб) с креплениями. Витрина используется для защиты макета от внешнего повреждения.
- Макет размещается на столе. Стол используется для вывоза и дальнейшей экспозиции макета на мероприятиях.
- Макет оснащен подсветкой на разных ярусах опорных конструкций.

- Для комфортной транспортировки макета предусматривается изготовление транспортной тары (кофр).

Общая концепция макета включает в себя наличие берега с Борской стороны реки Волга и острова. На берегу и острове располагаются две опоры, между которыми натянуты два основных каната и страховочный канат (линия безопасности), на которых располагаются четыре кабины. Опора на острове должна стоять на цилиндрических бетонных блоках, опора на берегу г. Бор должна стоять на кубических бетонных блоках. Оба берега должны иметь имитацию бетонного берегоукрепления. На каждой опоре размещаются по два роликовых балансира с каждой стороны. Балансиры размещаются под углом друг к другу, имитируя двускатную крышу дома. На балках верхней части опор необходимо расположить анемометры. Основные фонари должны быть расположены таким образом, чтобы была освещена вся опора. Сигнальные огни красного цвета размещаются на смотровой площадке и на балках верхней части опоры. Все элементы подсветки должны гореть одновременно.

Для изготовления макета предоставляются чертежи кабины канатной дороги и чертеж роликового балансира опоры, а также фото объектов макета. Исходные данные представлены на рисунке 1.

Трехмерное моделирование позволяет создать модель высокой детализации, максимально приближенную к реальности. В трехмерную модель можно с легкостью вносить практически любые изменения [4].

Разработка трехмерной модели выполняется с использованием системы автоматизированного проектирования «AutoCAD».

«AutoCAD» – двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черче-

ния, разработанная компанией «Autodesk»[5].

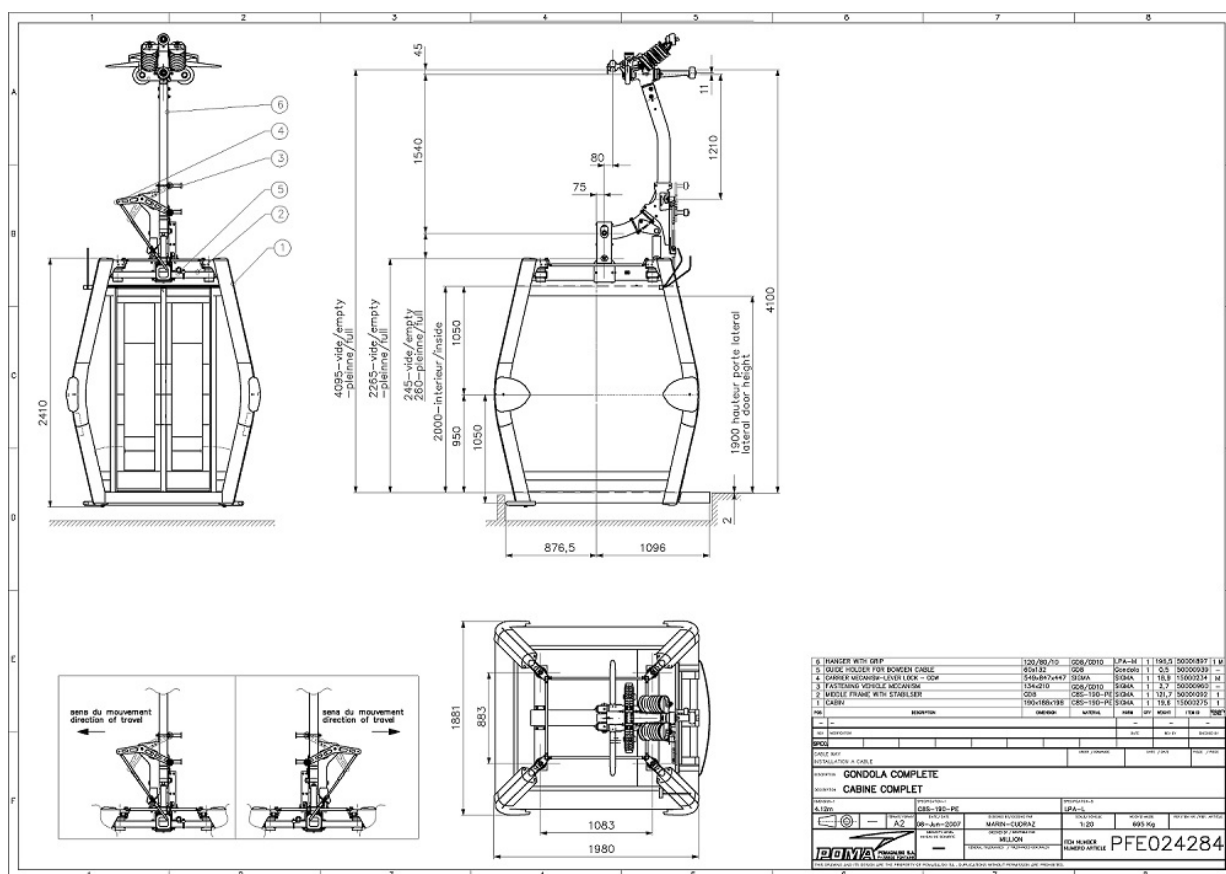


Рис. 1. Чертеж кабины канатной дороги

Механизм пространства листа и видовых экранов дает возможность разрабатывать чертежи с видами и проекциями трехмерных объектов, построенных в пространстве модели. В системе «AutoCAD» по одной модели можно получить несколько листов чертежного документа [6].

**Описание трехмерного моделирования**

Первым этапом выполняется построение основного элемента макета – кабины. Для получения правильной формы выполняется построение трех сечений кабины (дно, середина, крыша). Затем, используя операцию «Ллофт», соединяются три сечения кабины. Далее на модели добавляются сопряжения. Для последующего текстурирования необходимо добавить дополнительные элементы, чтобы разграничить стекло и металлический корпус кабины. После этого необходимо добавить к модели мелкие элементы, такие как ступени и верхний крепеж. Данные элементы получают с помощью операции «Выдавить» из двумерных деталей. Для получения элемента модели – пружины – выполняется построение элемента «Спираль» и последующий сдвиг окружности по пути спирали. Модель кабины показана на рисунке 2.

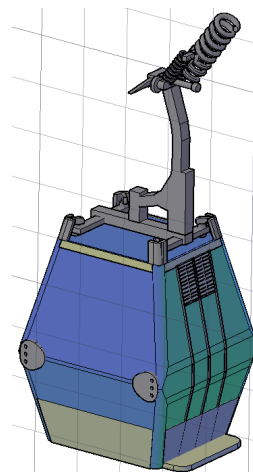


Рис. 2. Модель кабины канатной дороги

Следующим основным элементом модели является опора. Данный элемент выполняется с помощью примитивов «Цилиндр». Для построения несущего каркаса используется операция «Ллофт». Верхние части опор выполняются с помощью операции «Выдавить» из двумерных деталей. Модель опоры представлена на рисунке 3.

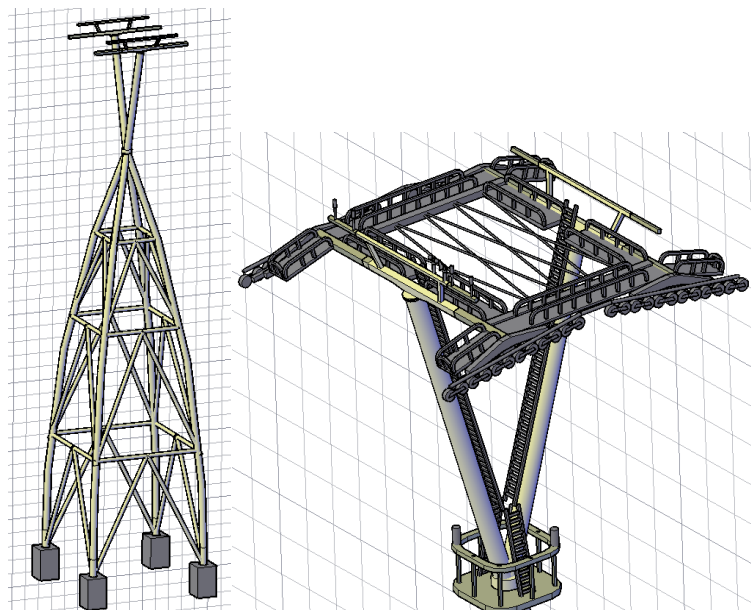


Рис. 3. Модель опоры канатной дороги

Для крепления кабин между опорами необходимо разработать канаты. Построение канатов выполняется с использованием сплайнов. Для придания данным элементам объема выполняется операция «Сдвиг» окружности по пути сплайна.

В организации композиции формообразующую роль играют не только составляющие ее элементы, но и подмакетник. Размер подмакетника определяет силу воздействия композиции на пространство организуемой подосновы. Из-

меняя размеры подмакетника, можно видеть, как меняется восприятие характера композиции: в одних случаях это ощущения напряженности, неустойчивости, в других – спокойствия, статичности [7].

На подмакетнике располагается береговая линия города Бор, а также остров, имеющий полукруглую форму. Берега также выполняются операцией «Сдвиг». Модели островов отображены на рисунке 4.

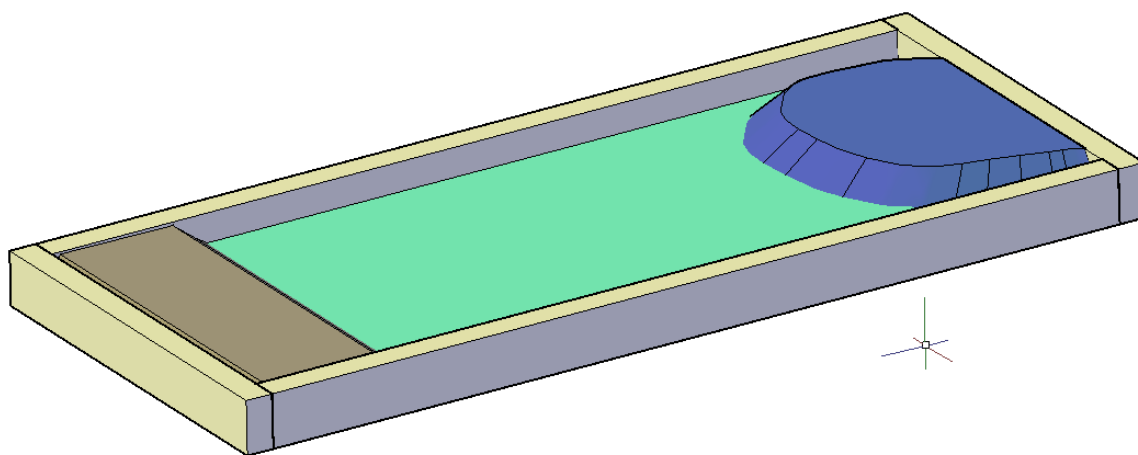


Рис. 4. Расположение островов на подмакетнике

Окончательное представление моделируемой сцены зависит от правильно подобранных и отлаженных материалов. Без этого объекты не смогут выглядеть естественно [8].

Текстурирование выполняется на основании того, какие материалы будут использоваться для выполнения макета. Подмакетник имеет белый цвет, металлические опоры серого цвета, кабина

белого цвета с использованием тонированной пленки для имитации стекол. На берегах необходимо предусмотреть имитацию песка.

После завершения этапа текстурирования и освещения, выполняется визуализация модели. Визуализация – это процесс создания изображения из компонентов сцены [9].

На фон добавлена текстурная карта неба для большей наглядности элементов макета.

Финальное изображение макета, демонстрирующее общий план, показано на рисунке 5.

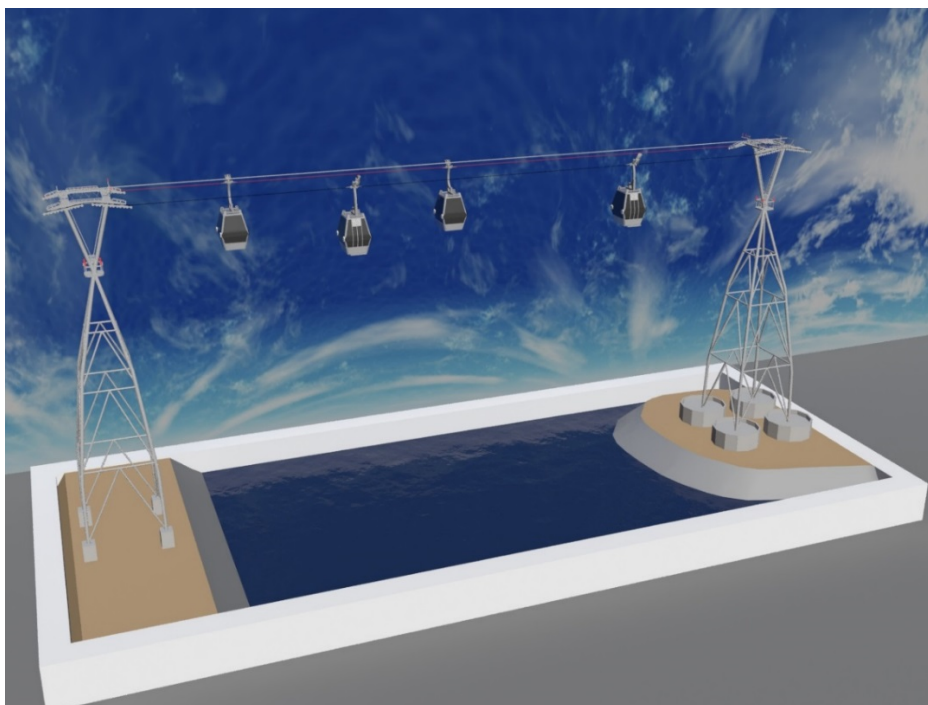


Рис. 5. Финальная визуализации модели макета

Следующим этапом работы является разработка чертежей для последующей нарезки на станке с ЧПУ.

В работе используется фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ *BL M6090*.

Он предназначен для высококачественного фрезерования и гравирования поверхностей деталей и заготовок по плоскости (программное обеспечение 2D) и в трехмерном пространстве (3D-фрезерование). Виды обрабатываемых материалов: древесина мягких и твердых пород, композитные материалы (ДСП, ДВП, МДФ), любые полистиролы (в том числе ПВХ и полистиролы с поликарбонатом, модельный пластик[10].

При использовании данного станка возможны два типа нарезки: двумерная и трехмерная. Детали кабины состоят из разных материалов, поэтому необходимо выполнить двумерную нарезку для последующей сборки деталей вручную. Двумерная нарезка также является более приемлемой в данном случае, так как существенно экономится материал.

Необходимо разделить детали кабины на плоскостные элементы, после этого над каждой деталью указать материал и количество, а при необходимости – линию гравирования. Пример для нарезки основных элементов кабины показан на рисунке 6.



Рис. 6. Пример нарезки основных элементов кабины

Аналогичным образом выполняется чертежи для остальных деталей макета.

Для создания хорошего макета необходим качественный подбор используемых материалов и инструментов, что является залогом успеха в изготовлении макетов [11].

Нарезку деталей следует осуществить из двухслойного пластика для гравировки «SHENGWEI». Он состоит из двух слоев разного цвета: основы и верхнего слоя. Основа – это

упругий жесткий АБС-пластик: черный, белый, либо прозрачный. Верхний слой может иметь различное цветовое исполнение, различную фактуру и степень глянца.

Основным материалом для изготовления остальных элементов макета является пластик ПВХ.

ПВХ-пластики (поливинилхлорид) являются сегодня наиболее распространенными полимерными материалами, применяемыми в рекламе, поскольку они существенно водостойки, благодаря чему изделия из них защищены от деформации. Другое достоинство таких пластиков – очень низкая пожароопасность и труднотлеваемость [12].

Поскольку в рамках масштаба макета кабинка получается небольшого размера, отсутствует необходимость прорабатывать мельчайшие детали макета. Таким образом, двери на кабинку выполняются плоттерной резкой на пленке «Ogasa».

Плоттерная резка представляет собой технологию точного воспроизведения векторного компьютерного изображения на самоклеящемся материале, бумаге, картоне, пластике [13].

Для защиты макета от повреждений и загрязнения необходимо изготовить защитный короб из органического стекла.

Стекло органическое (оргстекло) – техническое название оптически прозрачных твердых материалов на основе органических полимеров (полиакрилатов, полистирола, поликарбонатов, сополимеров винилхлорида с метилметакрилатом и др.) [14].

Для нарезки оргстекла используется лазерная резка. Преимущества лазерной обработки по сравнению с другими методами заключаются в следующем: химическая чистота, контролируемые профиль температуры, форма зоны и глубина теплового воздействия; незначительная дополнительная механическая обработка; бесконтактность действия и простота автоматизации [15].

После этапа нарезки и сборки всех основных и второстепенных элементов макета производится шлифовка, покраска деталей. Кроме того, наибольшая реалистичность макета достигается за счет использования архитектурного песка для текстуризации берегов и эпоксидной смолы для имитации водной поверхности.



Рис. 7. Фото готового изделия

**Вывод.** Рассмотрена общая концепция проектирования макета, при которой была создана

трехмерная модель изделия и разработаны чертежи для нарезки на станке с ЧПУ.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Макетирование [Электронный ресурс]. URL: [http://studopedia.ru/10\\_113176\\_maketirovani\\_e.html](http://studopedia.ru/10_113176_maketirovani_e.html) (дата обращения: 24.05.2016)
2. Баишева Т.А., Марьин С.Н. Макетирование в дизайне среды. [Электронный ресурс]. URL: [http://abc.vvsu.ru/Books/maket\\_v\\_diz/page0001.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/maket_v_diz/page0001.asp) (дата обращения: 30.11.2016)
3. Калинин Ю.М., Перькова М.В. Архитектурное макетирование: Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 117 с.
4. 3D-моделирование в компьютерных программах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itshop.ru/3D-modelirovanie-v-kompyuternyh-programmah/19i29504> (дата обращения: 03.12.2016)
5. «Autodesk» – разработка САПР и ГИС [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autodesk.ru/> (дата обращения: 24.05.2016)
6. Полищук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014. СПб.: БХВ-Петербург, 2014. 464 с.
7. Калинин Ю.М., Перькова М.В. Архитектурное макетирование: Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 117 с.
8. Горелик А.Г. Самоучитель 3ds Max 2014. СПб: БХВ-Петербург, 2014. 544 с.
9. Смит Л.Б. Архитектурная визуализация в Autodesk 3ds Max. М.: Вильямс, 2006. 576 с.
10. Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ В1 М6090 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.toolplus.ru/shop/stanki\\_dlya\\_proizvodstva\\_mebeli/frezernye\\_stanki\\_s\\_chpu/frezernogravirovalnyj\\_stanok\\_s\\_chpu\\_bl\\_m6090/](http://www.toolplus.ru/shop/stanki_dlya_proizvodstva_mebeli/frezernye_stanki_s_chpu/frezernogravirovalnyj_stanok_s_chpu_bl_m6090/) (дата обращения: 24.05.2016)
11. Сотников Б.Е., Евдокимова Н.А. Макетирование [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2008/Sotnikov.pdf> (дата обращения: 03.12.2016)
12. Бердышев С.Н. Эффективная наружная реклама. М.: Дашков и К°, 2012. 132с.
13. Плоттерная резка [Электронный ресурс]. URL: [http://1format.ru/?page\\_id=750](http://1format.ru/?page_id=750) (дата обращения: 24.05.2016)
14. Оргстекло: описание [Электронный ресурс]. URL: <http://amt-team.ru/orgsteklo> (дата обращения: 24.05.2016)
15. Ковалев О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 256 с.

**Sosnina O.A., Biryukova A.O.**

**CREATING THREE-DIMENSIONAL MODELS AND DRAWINGS FOR CNC MACHINES IN ARCHITECTURAL SCALE MODELLING**

*When working at an architectural or industrial project, it is generally required to make its prototype or scale model, which would accurately replicate the structure designed. Scale modelling permits locating errors and inaccuracies; it enhances spatial vision and promotes architectural thinking. Scale modelling also reveals new features of architectural objects that have already been created. "Nizhny Novgorod Cableway" serves as an example of such objects. The article describes the technology for designing a scale model of the cableway, which demonstrates an updated lighting system on its supports.*

**Key words:** *prototyping, architectural scale model, 3D-modelling, drawing, CNC machine cutting.*

**Соснина Ольга Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Графические информационные системы».

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Адрес: Россия, 603600, Нижний Новгород, Казанское шоссе, д. 12

E-mail: o.a.sosnina@mail.ru

**Бирюкова Алиса Олеговна**, магистрант кафедры «Графические информационные системы».

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Адрес: Россия, 603600, Нижний Новгород, Казанское шоссе, д. 12

E-mail: leviathana@yandex.ru