

## “Белэнергомаш”: моделирование металлоконструкций “Мордовия Арена”

Компания “Белэнергомаш” – ведущее предприятие энергомашиностроения с семидесятилетним опытом работы в отрасли – занимается проектированием и изготовлением металлоконструкций с 1973 года. Компания применяет инновационные технологии производства, диагностики и контроля, в их числе программное обеспечение Tekla Structures компании Trimble, которое используется на предприятии с 2008 года как важный рабочий инструмент проектного отдела. Система Tekla Structures предназначена для трехмерного моделирования как простых, так и сложнейших сооружений из разнообразных материалов и управления строительной информацией в соответствии с концепцией BIM.

Один из самых крупных и значимых объектов, конструкции для которого были смоделированы компанией “Белэнергомаш” с помощью программного обеспечения Tekla, – стадион “Мордовия Арена”. Он возводится в Саранске для проведения Чемпионата мира по футболу в 2018 году. Уникальная геометрия, большое количество сварных соединений, сжатые сроки – все это обусловило высокую сложность исполнения проекта.

### Особенности проекта

Стадион “Мордовия Арена”, рассчитанный на 45 000 зрителей, станет одним из 12 стадионов, которые примут Чемпионат мира по футболу 2018 года. По задумке архитекторов, чаша арены будет напоминать

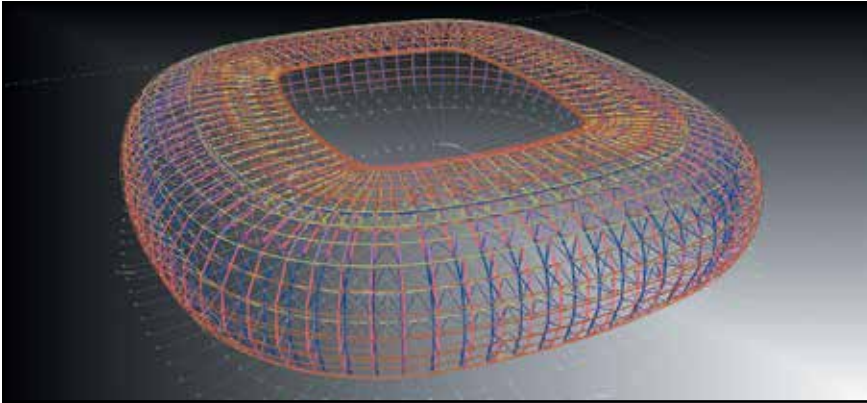
ярко-красное солнце – один из символов республики Мордовия. Расположение чаши над уровнем двухэтажного стилобата создаст эффект легкости. Оболочка стадиона будет иметь нестандартную овальную форму, она будет плавно понижаться к северной и южной трибуне и затем вновь подниматься к восточной. Основу стадиона составят 88 Г-образных консолей высотой 40 метров и с вылетом конструкции на 49 метров. Все они будут запроектированы из стальных труб, что обусловит небольшой общий вес конструкций покрытия – около 6000 тонн.

В ходе первоначальной разработки конструкторской документации проект на протяжении полугода дорабатывался генеральным подрядчиком по строительству стадиона ООО “Производственно-строительное объединение “Казань” совместно со специалистами компании “Белэнергомаш”. Заводу предстояло изготовить для стадиона металлоконструкции сложной геометрии с точностью до 10 мм при пролете до 60 м и с большим количеством сварных соединений. Производитель изготавливал металлоконструкции на станках с ЧПУ посредством получения данных из BIM-модели. Особая сложность проекта заключалась в том, что он не допускал задержек.

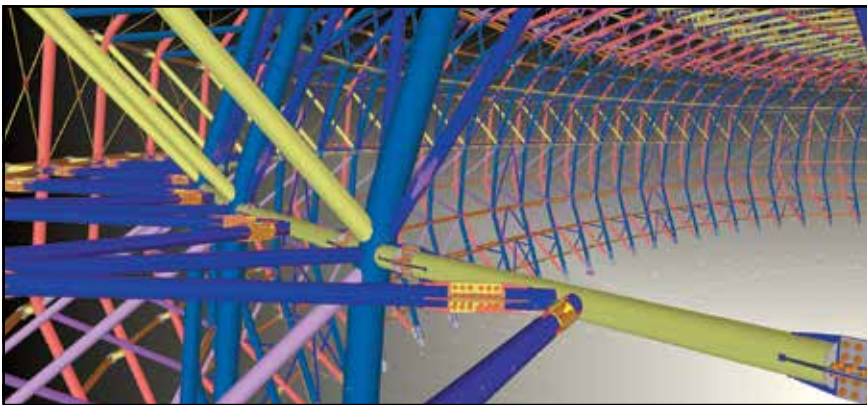
Для возможности строительства стадиона в намеченные сроки компания “Белэнергомаш” должна была изготовить и отгрузить все металлоконструкции к 31 марта 2017 – почти ровно через год с момента подписания контракта с ООО “ПСО “Казань”. Примечательно, что



Стадион “Мордовия Арена” в Саранске



Информационная модель стадиона "Мордовия Арена"



Фрагмент модели "Мордовия Арена"

компания "Белэнергомаш" самостоятельно разработывала технические условия производства и согласовывала их с проектными институтами, задействованными в строительстве объекта. После этого для возможности начала работ по проекту специалисты завода еще в течение нескольких месяцев отработывали технологию сборки и сварки элементов на образцах.

Организовать прозрачный рабочий процесс и обеспечить продуктивное взаимодействие всех вовлеченных специалистов предприятию помогает применение технологии информационного моделирования зданий (BIM). Для компании "Белэнергомаш" это уже не первый опыт применения BIM-технологий в области проектирования и изготовления металлоконструкций для спортивных объектов.

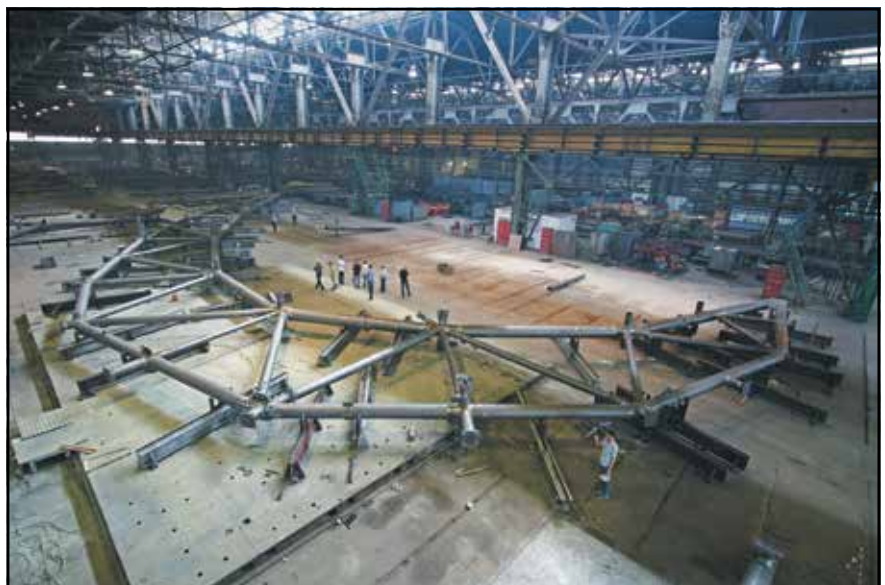
Выполненные заводом проекты включают в себя изготовление металлоконструкций для таких известных сооружений, как стадион УЕФА "Казань Арена" на 45 000 зрителей (Казань), футбольный стадион в западной части Крестовского острова (Санкт-Петербург) и четыре из шести крупных объектов Олимпийского парка в Сочи: Большая ледовая арена для хоккея с шайбой на 12 000 зрителей, Конькобежный центр "Адлер Арена" на 8 000 зрителей, Центральный олимпийский стадион "Фишт" на 40 000 зрителей и Главный олимпийский медиацентр.

## Применение Tekla Structures в процессе моделирования

Работая в многопользовательском режиме, конструкторы смогли полностью разработать модель стадиона за три месяца. В среде Tekla Structures одна группа сотрудников занималась созданием моделей, другая выполняла 2D-чертежи, а третья отвечала за их проверку. Кроме того, некоторые технологи предприятия использовали этот программный комплекс при организации производственных процессов. Программное обеспечение Tekla Structures позволило быстро образмеривать детали труб с одним или несколькими резами. Впервые при строительстве уникальных объектов в таком объеме были применены стыковые сварные соединения из труб с переломом. С помощью программного комплекса Tekla была смоделирована и изготовлена механическая часть приспособления для контроля сварных швов.

## Контрольная сборка и соединение металлоконструкций

Для того чтобы проверить сходимость элементов конструкции, в июне 2016 года специалистами компании "Белэнергомаш" была проведена первая контрольная сборка радиальной консоли стадиона размером 63 × 29 м, которая является основной несущей частью каркаса покрытия. Всего в сборке было задействовано более 30 отправочных марок, каждая из которых имеет сложное пространственное сечение пояса и узловых элементов. В основном части марок были соединены



Контрольная сборка радиальной консоли стадиона





Сложная марка

с помощью монтажной сварки встык, а также высокопрочных болтов.

Для того чтобы обеспечить сходимость в узлах с применением таких типов соединений, необходимо изготавливать элементы с беспрецедентной точностью. Специалисты завода проводили контроль геометрии отдельных конструкций, а также всей контрольной сборки с применением высокоточных измерительных приборов по заданным контрольным точкам. Результаты этих измерений обрабатывались с помощью 3D-модели. Координаты снятых точек импортировались в Tekla Structures,

где фиксировались отклонения в размерах изготовленных отправочных марок. В случае недопустимых погрешностей геодезическая служба предоставляла информацию о необходимых корректировках.

## Промежуточные результаты

В августе-сентябре 2016 года на строительной площадке стадиона "Мордовия Арена" были установлены первые металлоконструкции консолей, изготовленные компанией "Белэнергомаш". В соответствии с условиями договора, заводу в целом предстояло изготовить и отгрузить 88 радиальных консолей, связевые фермы, главные балки и другие элементы общим весом около 6000 тонн. От успешности этого проекта зависит, будет ли построен стадион в намеченные сроки. Однако итоги последних проверок показали, что причин для волнения нет: стадион будет готов принять Чемпионат Мира по футболу 2018.

**Денис Купцов, коммерческий директор строительного отдела, компания Trimble Solutions Russia, Дмитрий Долженков, специалист по сопровождению CAD, ООО "Белэнергомаш – БЗЭМ"**

**РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ**  
27 февраля - 1 марта  
Уфа-2018

**ОРГАНИЗАТОРЫ**  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РФ  
**БVK** Башкирская выставочная компания

**ПОДДЕРЖКА**  
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТРОИТЕЛЕЙ  
АССОЦИАЦИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННИКОВ РФ

**Специализированные выставки**

- Машиностроение
- Станкостроение
- Деревообработка

**Уфа-2018**  
ВДНХ Экспо  
ул. Менделеева, 158

**БVK** БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

+7(347) 246-41-80, 246-41-77 | promexpo@bvkexpo.ru | www.prombvk.ru  
prombvk | promforumufa | #рпфуфа | #промфорумуфа | #деревообработкауфа





ПЕТЕРБУРГСКАЯ  
ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЯРМАРКА



ufi  
Approved  
Event

# 20–22 марта 2018

## Санкт-Петербург ЭКСПОФОРУМ

### ТЕМАТИКА ВЫСТАВОЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ:

- ⚙️ Обработка металлов (MP expo)
- ⚙️ Машиностроение
- ⚙️ Металлургия. Литейное дело
- ⚙️ Крепёж. Метизы. Инструмент
- ⚙️ Автоматизация промышленных предприятий

**NEW!** Пластмассы, каучуки, РТИ

**NEW!** Автокомплект. Автосервис

**NEW!** Подъемно-транспортное оборудование

**NEW!** Охрана труда и средства индивидуальной защиты

### БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

Выставка «Высокие технологии.  
Инновации. Инвестиции (Hi-Tech)»



## ВАШ СТЕНД ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ – [ptffair.ru](http://ptffair.ru)

ОРГАНИЗАТОР:



СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ:

+7 (812) 320 96 76, 320 80 94  
[ptcomp@restec.ru](mailto:ptcomp@restec.ru)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОПАРТНЕР:

**СТАНОЧНЫЙ  
ПАРК**



# РМЭФ

Российский Международный  
Энергетический Форум

**25-27**  
**АПРЕЛЯ**  
**2018**

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА



ПРИ УЧАСТИИ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



ОРГАНИЗАТОРЫ:

[RIEF.EXPOFORUM.RU](http://RIEF.EXPOFORUM.RU)

[rief@expoforum.ru](mailto:rief@expoforum.ru)

+7 (812) 240 40 40, доб. 2160, 2168

**EXPOFORUM**

[ENERGETIKA-RESTEC.RU](http://ENERGETIKA-RESTEC.RU)

[energo@restec.ru](mailto:energo@restec.ru)

+7 (812) 303 88 68



**12+**

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1