

Информационное моделирование производственной инфраструктуры судостроительного предприятия

В статье речь пойдет о, казалось бы, далеких от судостроения технологиях – BIM (информационное моделирование зданий и сооружений) и ГИС (геоинформационные системы). Действительно, сами термины BIM и ГИС не относятся к основной продукции судостроительной отрасли – кораблям и судам. Однако не стоит спешить с выводами.

Процессы строительства/модернизации корабля ведутся не только в соответствии с общими технологическими подходами, но и с учетом конкретных производственных мощностей, таких как сооружения, цеха, стапели, специализированные устройства и оборудование завода. Ввиду различных параметров оборудования на разных предприятиях технологические процессы при строительстве кораблей даже одного проекта могут отличаться. Кроме того, производство часто обусловлено поставками: например, одни и те же материалы могут поставляться разных габаритов, что также влечет за собой изменения в технологических процессах. Немаловажное значение имеет общая загрузка завода по заказам, а также необходимость оптимизации использования оборудования завода для различных задач. Полезно также наглядное моделирование перемещения материалов и изделий, например секций и собранных корпусов, для составления стапельного расписания, листов, трубопроводов, материалов т.п. – для оптимизации производственно-технологических процессов.

Отметим также, что на производственную деятельность оказывают влияние процессы технического

обслуживания и ремонта оборудования, зданий/сооружений (мест размещения оборудования), систем и коммуникаций – как цеховых, так и общезаводских. Добавим ко всему задачи модернизации собственных производственных мощностей, когда в кратчайшие сроки необходимо правильно разместить и подключить новое оборудование, произвести расчеты для модернизированных систем, устройств и коммуникаций, оценив влияние внесенных изменений на производственные процессы.

При разработке концепции решения “Цифровая верфь” для АО “Средне-Невский судостроительный завод” (СНСЗ) Бюро ESG выдвинуло инициативу создания информационной модели судостроительного предприятия. Согласно этой концепции модель должна хранить информацию, необходимую для учета в работе завода всех перечисленных аспектов. Для производственных подразделений информационная модель должна содержать следующие данные:

- ▶ о расположении оборудования, коммуникаций и систем с учетом их координат и геометрических размеров;
- ▶ о расположении оборудования, материалов, продукции (секций, их частей и т.д.) с привязкой к координатам и с геометрическими размерами для имитационного моделирования различных процессов, связанных с их перемещением, а также для создания стапельного расписания и т.д.;
- ▶ об эксплуатационных параметрах оборудования, коммуникаций и систем;

- ▶ о технологических параметрах оборудования, коммуникаций и систем, необходимых при проведении технологической подготовки производства и непосредственно в производстве.

Кроме того, в модели было предложено организовать хранение информации для инженерных служб, ответственных за эксплуатацию производственных активов. К данному типу информации относятся сведения:

- ▶ о положении компонентов информационной модели (оборудования, устройств, коммуникаций и т.д.), их расположении в цеху, здании, сооружении, на территории предприятия с указанием привязки к координатам, глубины/высоты для сетей и коммуникаций;
- ▶ о геометрических размерах компонентов информационной модели;
- ▶ об эксплуатационных параметрах компонентов модели (давление, мощность, производительность и т.п.);
- ▶ о параметрах, необходимых для технического обслуживания и ремонтов (ТОиР);
- ▶ о параметрах, необходимых для имитационного моделирования процессов модернизации производства;
- ▶ о параметрах, необходимых для управления закупками.

Важным вопросом в разработке концепции “Цифровой верфи” стал выбор технологий, использование которых позволило бы создать такую информационную модель. Это связано с тем, что перечисленные задачи не решаются средствами,

применяемыми для поддержки ЖЦ корабля.

Компания Бюро ESG предложила идею создания BIM-моделей – трехмерных информационных моделей зданий/сооружений. Они включают в себя элементы, которые относятся к различным разделам промышленного строительства (конструкции, коммуникации, сети, оборудование и др.). Компоненты BIM-модели имеют кроме геометрических размеров и привязки к координатам наборы атрибутивных параметров –

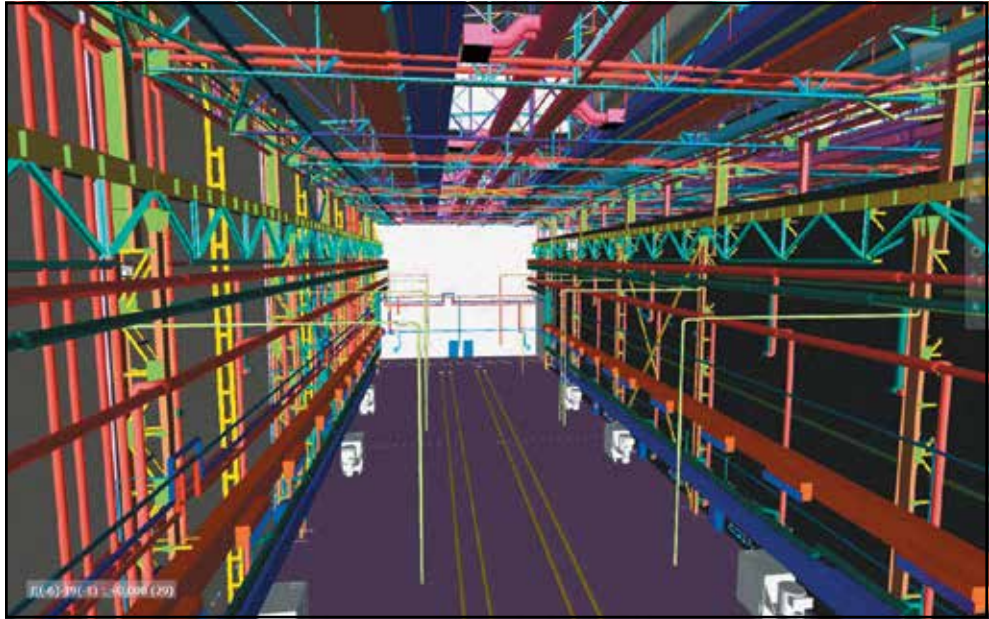


Рис. 1. Модель цеха

инженерных данных, определяющих производственные процессы и эксплуатацию этих элементов модели. Параметры используются как инженерными службами при обслуживании производственных активов, так и производственными подразделениями для технологической подготовки производства, непосредственно производства, а также для имитационного моделирования различных процессов и ситуаций. Параметры компонентов BIM-модели влияют на производственно-технологическую модель изделия (судна/корабля). Общая модель цеха приведена на рис. 1.

Такое использование BIM-технологии в концепции “Цифровой верфи” имеет ряд существенных особенностей, обусловленных перечисленными задачами, и отличается от использования BIM в гражданском строительстве. Часто подобное использование технологии называют “BIM для промышленных объектов”, что необоснованно, поскольку акцент применения BIM для промышленных объектов смещается. Между тем, основной целью этой технологии в области гражданского строительства является обеспечение максимального соответствия реально проведенных затрат при строительстве запланированным. В гражданском строительстве стадии ЖЦ эксплуатации уделяется меньше внимания. Применение

же BIM для промышленных объектов в “Цифровой верфи” смещено в область стадии эксплуатации ЖЦ производственного оборудования, цехов, сооружений, систем. Главная цель BIM для промышленных объектов состоит в том, чтобы обеспечить решение производственных задач и задач эксплуатации/обслуживания производственных мощностей.

Для создания информационной модели судостроительного предприятия использования лишь технологии BIM для промышленных объектов недостаточно. Дело в том, что кроме оборудования и систем, расположенных в цехах, на предприятии существуют общезаводские системы и коммуникации. Их эксплуатация и обслуживание тесно связаны с производственными процессами, и для подобных систем и коммуникаций применение BIM нецелесообразно. Наиболее приемлемым решением является использование цифрового генплана в среде геоинформационной системы (ГИС).

Цифровая геоинформационная система обеспечивает:

- ▶ надежное хранение данных в единой базе данных (БД);
- ▶ привязку к системе координат предприятия;
- ▶ единую геометрию и атрибутику каждого отдельного элемента на генплане, а также физического объекта (здания, трубопровода, ЛЭП и т.п.);

- ▶ классификацию всех объектов по отдельным картографическим слоям, включая стилистику;
- ▶ автоматическое изменение текста на генплане при изменении значения атрибута – все надписи являются текстом, который берется из атрибутов объектов;
- ▶ паспортзацию объектов на основе справочников, благодаря чему снижается количество ошибок;
- ▶ запросы к данным по геометрическим и атрибутивным свойствам объектов, печать тематических карт/отчетов (по проектам, сетям, имуществу, экологии и др.);
- ▶ экспорт/импорт из ГИС в САПР и другие системы предприятия;
- ▶ связь объектов генплана с документацией, фотографиями, видео;
- ▶ web-доступ к генплану через Геопортал предприятия;
- ▶ формирование трехмерной ГИС-модели предприятия, представляющей текущую ситуацию и планировочные решения, обеспечивающей визуализацию подземных сетей, имитационное моделирование и т.д.

Таким образом, все общезаводские сети с указанием координат глубины, высоты, эксплуатационных и прочих параметров, влияющих на основную производ-



Рис. 2. BIM-модель цеха на “электронной подложке” – генплане, созданном с использованием ГИС

ственную деятельность, могут быть отображены в цифровом генплане. На этой “цифровой подложке” могут располагаться модели цехов, зданий, сооружений, созданных с использованием технологии BIM для промышленных объектов.

Специалистами Бюро ESG было предложено включить в концепцию решения “Цифровая верфь” создание Цифрового двойника верфи – представления зданий, сооружений, цехов, оборудования, их компонентов и параметров, содержащихся в BIM-моделях, размещенных в единой системе координат на электронном генплане, который в свою очередь содержит данные о компонентах общезаводских и межцеховых коммуникаций и систем. Цифровой двойник должен обеспечивать потребителей информации (пользователей и смежные системы) данными для решения задач эксплуатации и обслуживания производственных мощностей, а также для решения производственных задач.

В процессе работ по созданию решения “Цифровая верфь” на СНСЗ специалисты Бюро ESG практически макетировали ряд задач инженерных служб и производственных подразделений с использованием ГИС и BIM. Для этого прежде всего была создана модель части территории с межцеховыми общезаводскими коммуникациями. На ней в точных координатах была “установлена” созданная Бюро

ESG BIM-модель одного из цехов (рис. 2). Кратко остановимся на описании некоторых из промоделированных функций.

Одной из задач инженерных служб является модернизация производства своими силами. Так, в связи с увеличением его объема, потребовалось повысить производительность цеховой системы вентиляции. Для этого кроме закупки дополнительного оборудования необходимо было разместить его в помещении, подключить к системе вентиляции и электрической сети, произвести расчет производительности модернизированной системы.

Для этого была использована BIM-модель цеха и трехмерная модель вентиляционного оборудования, которая была создана на основе чертежей, размещенных производителем в открытом доступе. После чего трехмерная модель оборудования была импортирована BIM-моделью (в соответствующем масштабе). Размещение нового оборудования было оптимизировано, а само оно была “привязано” к координатам. Также были спроектированы необходимые воздуховоды и электрические сети. На стадии создания концепции макет не предусматривал непосредственно расчет производительности системы вентиляции, но все элементы

(как старые, так и вновь внесенные при модернизации) имеют в BIM-модели все необходимые параметры. Их значения могут быть “выгружены” и использованы в качестве исходных данных для проведения расчетов, например производительности модернизированной вентиляции. Модель оборудования, добавленного в BIM-модель цеха при модернизации системы вентиляции, изображена на рис. 3.

Приведем другой практический пример, иллюстрирующий возможности по имитационному моделированию и виртуальному перемещению изделий внутри цеха и на стапельной площадке. Для этого BIM-моделью была импортирована трехмерная модель корабля, полученная в необходимом масштабе после конвертации из формата “родной” CAD-системы (CADMATIC). Модель корабля была “размещена” в реальном масштабе на моделях тележек (также импортированных BIM-моделью). В BIM-модели появилась возможность виртуального перемещения корабля на тележках в реальном масштабе и реальных координатах. Кроме того, была добавлена четвертая координата – время, в результате чего была получена 4D-модель. BIM-модель цеха с моделью корабля изображена на рис. 4.

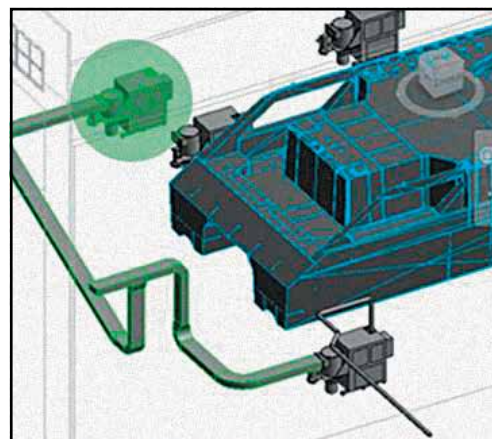


Рис. 3. Модель нового вентиляционного оборудования (“Тайфун”) и подводимых коммуникаций в BIM-модели цеха, разработанная при модернизации системы вентиляции

Приведем еще один пример – практическую иллюстрацию возможностей системы по обеспечению ТОиР. Для обеспечения этого функционала компоненты оборудования и систем имеют наборы необходимых параметров. Часть этих параметров – это инженерные данные, связанные с обслуживанием (период замен, количество часов наработки и т.д.). Кроме инженерных данных часть параметров оборудования в BIM-модели представляют собой ссылки на данные и документы смежных информационных систем, например:

- ▶ ссылки на документы системы электронного технического архива и документооборота – технические паспорта, эксплуатационные документы;
- ▶ ссылки на данные ERP-системы, связанные с материальным обеспечением ТОиР систем и оборудования.

Пример цехового оборудования системы вентиляции с параметрами в BIM-модели приведен на рис. 5.

Наконец, кратко остановимся на еще одной группе возможностей, открывающихся при использовании Цифрового двойника предприятия, которые связаны с применением Интернета вещей или Промышленного Интернета. В концепции “Цифровой верфи” нашли отражение два основных перспективных направления в этой области:

- ▶ отслеживание фактического местоположения объектов (например, материалов, оборудования, устройств, секций и др.) на территории предприятия и в цехах. Для этого в информационную модель могут быть переданы координаты, выдаваемые соответствующими датчиками,

установленными на контролируемых объектах. Полученные координаты могут наглядно отображать их реальное местоположение;

- ▶ отслеживание текущего состояния различных технологических параметров с информированием как об их отклонениях, так и о реальных значениях. Для этого параметры оборудования и процессов, снимаемые датчиками, передаются в информационную модель, сравниваются с записанными в ней параметрами и наглядно отображаются в 3D-пространстве.

Отметим, что Цифровой двойник предприятия – лишь часть концепции “Цифровой верфи”. При разработке всего решения большое внимание было уделено интеграционному механизму – шине

предприятия, основной задачей которой является передача параметров, данных и документов между всеми системами.

Таким образом, технологии BIM для промышленных объектов и ГИС оказались востребованными в “Цифровой верфи” для реализации Цифрового двойника – среды, обеспечивающей решение как задач инженерных служб судостроительного предприятия, так и производственных задач.

С. М. Макеев,
и.о. первого заместителя
генерального директора,
АО “Средне-Невский
судостроительный завод”,

А. А. Тучков, к.т.н., технический директор, ООО “Бюро ЕСГ”,

А. А. Рындин, заместитель директора, ООО “Бюро ЕСГ”



Рис. 4. Модель корабля, импортированная BIM-моделью цеха

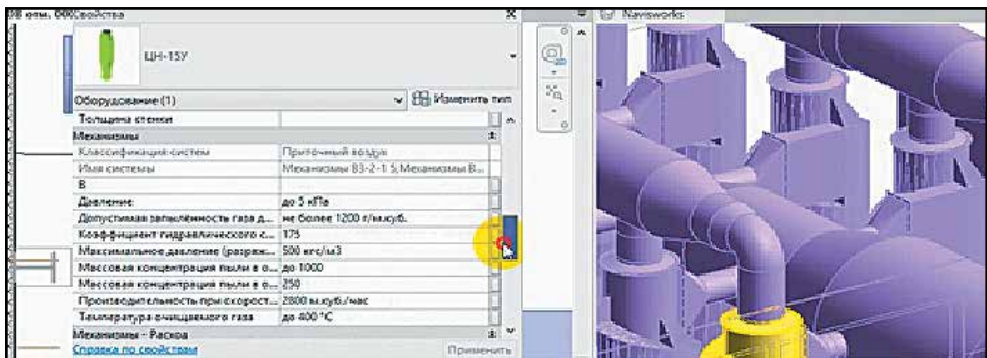


Рис. 5. Оборудование системы вентиляции цеха (“Циклон”) с параметрами в информационной модели цеха