

## **К ВОПРОСУ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГНОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЫПОЛНИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛАНОВ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**М.А. Долматов (Санкт-Петербург), М.В. Федотов (Казань)**

В настоящее время в различных отраслях промышленности, в том числе и в судостроении, широкое распространение получили методы имитационного моделирования и реализующие их программные средства. Такие программные средства используются в основном для оценки принимаемых проектных решений, при планировании модернизации производственных мощностей, а также для повышения эффективности производственных процессов реально действующих производств.

Применение методов имитационного моделирования для оценки выполнимости производственных планов судостроительного предприятия требует наличия определенного минимального набора исходных данных, которые описывают производственную систему, а также строящиеся и планируемые к строительству заказы. При этом данные по технологиям строительства и заказам должны быть согласованы между собой по уровню детализации с учетом выбранного периода моделирования.

При оценке реализуемости производственной программы применительно к мощностям одного судостроительного предприятия на краткосрочный период проблема неполноты проектных данных, как правило, не возникает, так как все необходимые данные уже получены от проектной организации или могут быть выгружены из информационной системы предприятия.

При оценке реализуемости производственной программы применительно к мощностям судостроительного предприятия на долгосрочный период (5–10 лет и более) проблема неполноты проектных данных связана с отсутствием части данных о строящихся заказах в составе производственной программы, так как на этом этапе могут быть известны только класс судна, его основные размерения, водоизмещение или грузоподъемность. Учитывая, что для описания заказов необходима информация в объеме технического проекта судна, возможна ситуация, когда требуемая информация о разбивке корпуса на сборочные (СЕ) и сборочно-монтажные единицы (СМЕ), перечень и характеристики крупного оборудования и систем в составе заказа на момент создания модели может частично отсутствовать.

Неполнота исходных данных может привести к снижению достоверности результатов моделирования, поэтому вопрос устранения этой неполноты должен решаться на этапе подготовки исходной информации для создания имитационной модели. Например, недостающие данные и разбивка на сборочные единицы и их характеристики могут быть взяты с судна-прототипа методом прямого заимствования или пересчета с использованием проектных методов.

Одной из основных задач при внедрении методов имитационного моделирования в деятельность судостроительного предприятия является максимальная автоматизация процессов создания модели с минимизацией ручного ввода исходных данных и их поддержание в актуальном состоянии. Решение этой задачи возможно за счет интеграции с используемой на предприятии корпоративной информационной системы (КИС), содержащей необходимую для создания имитационной модели актуальную информацию о производственной системе и портфеле заказов.

В 2022 году АО «ЦТСС» были начаты работы по интеграции АС «Сириус» 2.0 [1], разработанной АО «ЦТСС» совместно ООО «Элина-Компьютер» (Казань), с одной

из представленных на рынке отечественных КИС Global Marine (ООО «Бизнес Технологии») [2, 3]. В настоящее время эти работы продолжаются. Целесообразность интеграции с КИС Global Marine была обусловлена тем, что на ряде судостроительных предприятий данная система уже является частью их информационной структуры или вопрос возможности ее внедрения в настоящее время рассматривается руководством предприятий [4,5].

Global Marine является гибко настраиваемой системой в части хранения и представления данных о производстве. Конкретный состав и объем данных на каждом предприятии, где внедрена Global Marine, могут значительно отличаться в зависимости набора внедренных модулей, от специализации предприятия и классов строящихся заказов. Поэтому на этапе внедрения АС «Сириус» 2.0 на предприятии будет необходимо в первую очередь определить, какие исходные данные могут быть импортированы из Global Marine. Недостающие в БД Global Marine данные могут быть получены из других источников, имеющихся на судостроительном предприятии, или обработаны вручную, по мере необходимости, посредством пользовательского интерфейса АС «Сириус» 2.0, а в дальнейшем – поддерживаться в актуальном состоянии с помощью системы автоматической синхронизации (импорта).

Следует уточнить, что все категории данных АС «Сириус» 2.0 можно разделить на статические (условно постоянные во времени, например, состав цехов предприятия) и динамические (постоянно меняющиеся в процессе строительства заказа). Часть данных вводится один раз на этапе проработки первой версии имитационной модели. Дальнейшее обновление (актуализация) этих данных, например, при вводе в эксплуатацию нового оборудования или участка и необходимости учета этих изменений в модели, может быть выполнено силами специалистов предприятия в ручном режиме. Производственная программа, состав и численность бригад, данные о текущей загрузке производства и многие другие данные являются динамическими. Поскольку эти данные в том или ином виде обычно присутствуют в КИС предприятия, то они могут быть импортированы в автоматическом режиме.

Состав исходных данных в БД АС «Сириус» 2.0 по категориям данных представлен на рис. 1, 2 и 3.



Рис. 1. Состав исходных данных в БД АС «Сириус» 2.0

Описание производственной системы предприятия в АС «Сириус» 2.0. отличается от ее описания в Global Marine. В Global Marine, как и во многих других информационных системах, акцент делается на фактических данных и состояниях, которые необходимы для оперативного управления, анализа и прогнозирования. Для АС «Сириус» 2.0 необходимы, в первую очередь, параметры процессов, например, длительности выполнения операций, описание внутренней логистики перемещения СЕ и СМЕ, технологического, кранового и транспортного оборудования, привлекаемого к выполнению работ персонала. На основе этого набора данных в процессе имитационного моделирования происходит симуляция технологических процессов строительства и транспортной логистики предприятия.

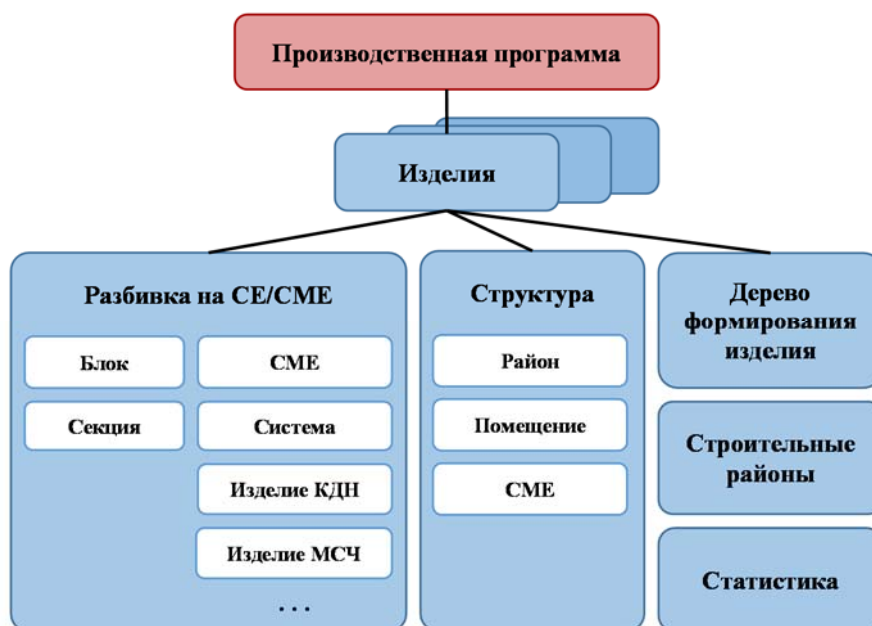


Рис. 2. Состав исходных данных по заказам



Рис. 3. Состав исходных данных по производству

Взаимодействие АС «Сириус» 2.0 и системы Global Marine планируется осуществлять по протоколу SOAP. Это универсальный протокол обмена

структурированными сообщениями в распределенной вычислительной среде. Данный протокол позволяет гибко настраивать структуру передаваемых данных. Сами сообщения при этом описываются с помощью языка XML.

Приведем пример возможной XML-выгрузки данных:

```
<Система>
  <Маркировка>Сдн95</Маркировка>
  <Наименование>Дизельный насос</Наименование>
  <Масса>104</Масса>
  <Помещение>Помещение 44</Помещение>
  <Описание>Качает</Описание>
  <Производитель>Лучший Производитель</Производитель>
  <Поставщик>Лучший Поставщик</Поставщик>
</Система>
```

Импорт данных может выполняться по запросу пользователя или в автоматическом фоновом режиме с требуемой периодичностью.

В процессе импорта данных обязательным этапом является их проверка и корректировка. При обнаружении фактических ошибок в данных, их логической несогласованности или отсутствии обязательных значений пользователю целесообразно выводить соответствующие информационные сообщения. При обнаружении ошибок АС «Сириус» 2.0, при наличии технической возможности, автоматически вносит исправления и дополнения согласно предустановленным пользователем правилам. Пример возможного интерфейса для настройки допустимых диапазонов импортируемых данных приведен на рис. 4. Если автоматическая корректировка данных невозможна, необходима работа для внесения исправлений в ручном режиме.

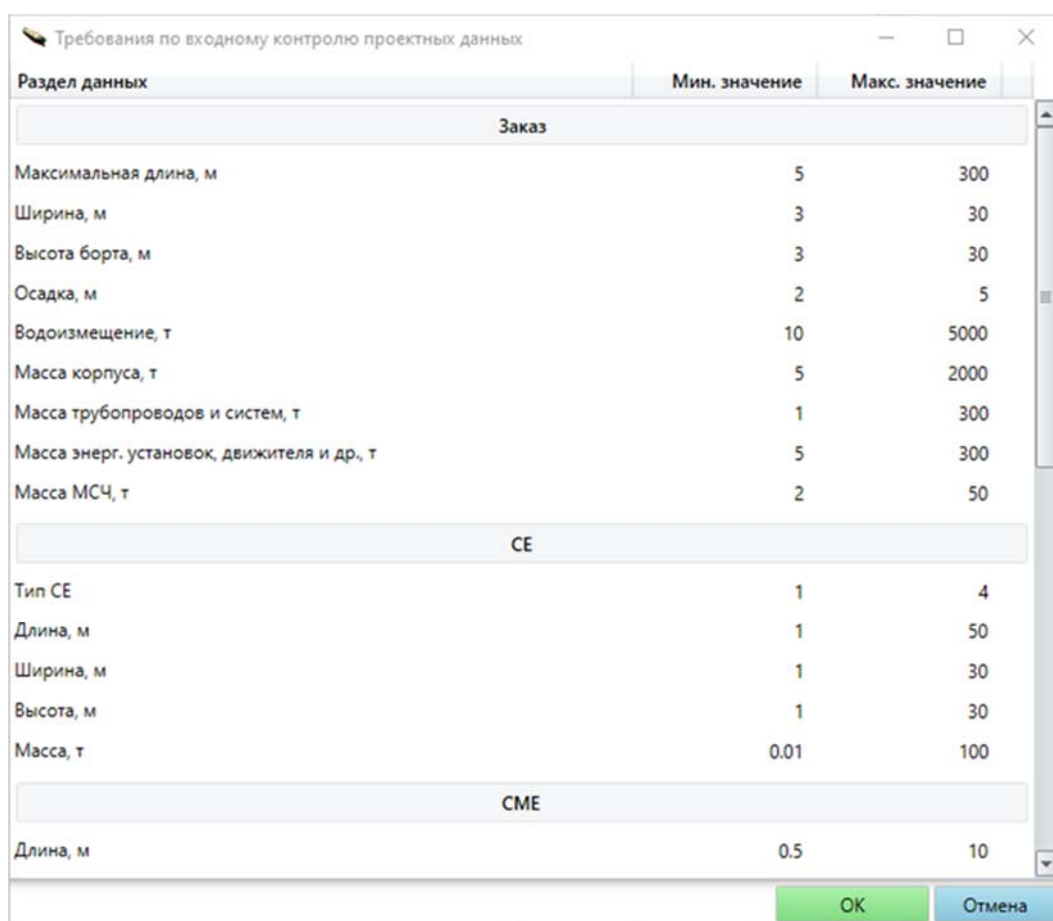


Рис. 4. Интерфейс ввода допустимых диапазонов для входного контроля данных

В некоторых ситуациях данные, необходимые для работы АС «Сириус» 2.0, но отсутствующие в явном виде в Global Marine, могут формироваться на основе других данных путем их обобщения и преобразования. Например, параметры производственных операций не записываются в БД Global Marine в явном виде. В такой ситуации необходимые данные и статистика могут быть сформированы на основе планового или фактического календарного графика строительства, который доступен в БД Global Marine. При этом может выполняться как прямой импорт (например, вычисление длительностей операций), так и более сложные процедуры (например, автоматическое динамическое достраивание и пристраивание технологии строительства заказов в имитационной модели). В этом случае – импортируемые данные выступают не просто как параметры операций, но как шаблоны, по которым происходит формирование описания производственного участка в имитационной модели.

Для обеспечения интеграции с Global Marine в состав АС «Сириус» 2.0 планируется добавить отдельный модуль импорта данных. Он проектируется как Web-служба, обеспечивающая взаимодействие с аналогичной Web-службой на стороне Global Marine. При появлении новых данных в системе или корректировке имеющихся данных модуль импорта автоматически выполняет их обновление с сохранением в БД АС «Сириус» 2.0. Разработка модуля выполняется в соответствии с техническими требованиями по интеграции.

Помимо описанной выше модели импорта данных, в АС «Сириус» 2.0 уже реализована и встроена в состав пользовательского интерфейса системы возможность импорта исходных данных на основе файлов Microsoft Excel. Она может использоваться в процессе состыковки АС «Сириус» 2.0 с новым источником данных или в случаях, когда интеграция напрямую невозможна или нецелесообразна. При этом импорт выполняется через файлы определенной, заранее согласованной структуры в формате Microsoft Excel. В процессе работы с АС «Сириус» 2.0 специалисты выгружают данные из информационной системы предприятия в Excel файл, который затем загружается в БД АС «Сириус» 2.0. Пример интерфейса загрузки данных по заказам представлен на рис. 5.

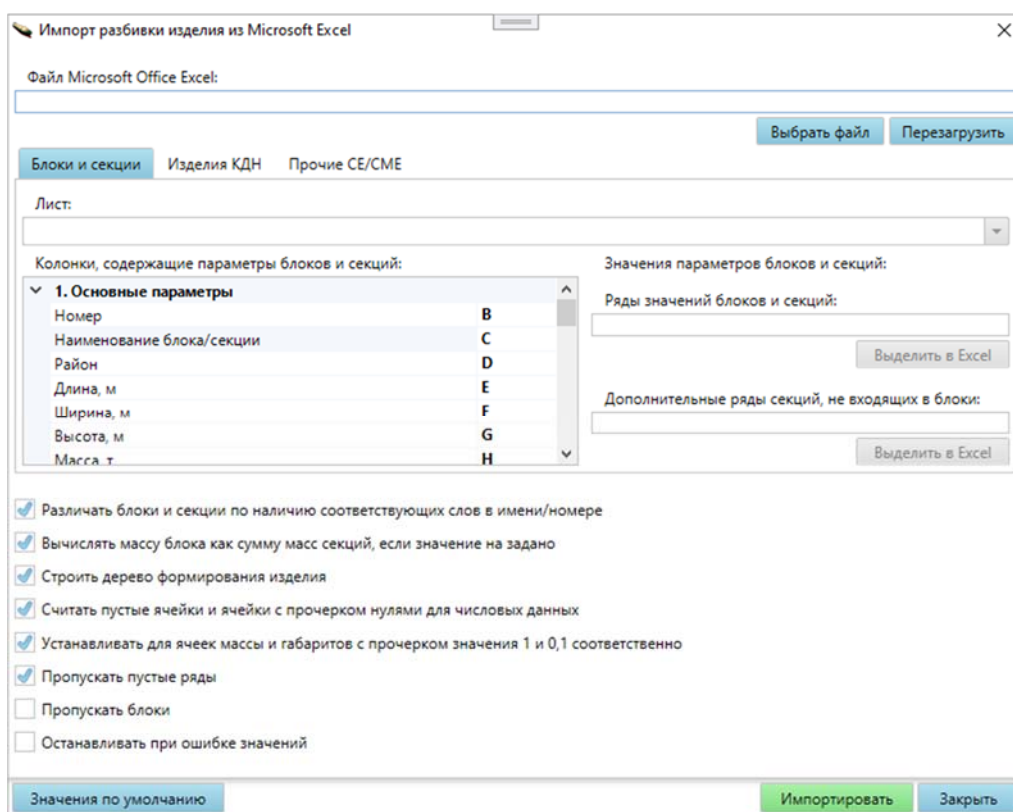


Рис. 5. Интерфейс управления импортом данных из файла Microsoft Excel

Формат файла предусматривает возможности расширения и уточнения. Например, положение тех или иных ячеек с данными может быть скорректировано с помощью соответствующего интерфейса. Также пользователь имеет возможность задавать правила импорта значений, управлять обработкой ошибок и т.д.

В настоящее время с помощью Excel файлов в АС «Сириус» 2.0 можно загрузить данные следующих категорий:

- производственная программа;
- изделие;
- разбивка на СЕ/СМЕ;
- оборудование;
- персонал (бригады).

Как показывает опыт эксплуатации АС «Сириус» 2.0, эти категории данных требуют постоянной актуализации. Такие наборы данных, как генеральный план, технологии строительства и ряд других, обычно задаются один раз на этапе первичного наполнения БД и разработки первой версии имитационной модели судостроительного предприятия. Для моделирования процесса строительства нового проекта на данном предприятии требуется лишь частичное их обновление.

В дополнение к импорту, с помощью Excel файлов можно осуществлять экспорт и передачу данных из АС «Сириус» 2.0 во внешние информационные системы или приложения.

Опыт внедрения АС «Сириус» 2.0 на одном из судостроительных предприятий подтвердил востребованность вышеописанного интерфейса для информационного обмена с КИС предприятия. Наличие такого интерфейса является необходимым и обязательным условием для встраивания АС «Сириус» 2.0 в информационную структуру предприятия с целью автоматизации ввода данных и сокращения длительности разработки имитационной модели предприятия, сокращения трудоемкости поддержания при ее эксплуатации в процессе решения задач оперативного и долгосрочного планирования.

## Литература

1. **Долматов М.А., Плотников А.М.** Особенности разработки и внедрения имитационных моделей функционирования производственных систем судостроительных предприятий // Десятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021). Труды конференции (электронное издание) / Ред. А.М. Плотников, М.А. Долматов, СПб., 2021. С. 183–186.
2. Global-Marine: Система управления судостроением и судоремонтом // Интернет ресурс <https://platforms.su/platform/3530> (дата обращения 28.05.2023).
3. Интернет ресурс <https://global-system.ru/> (дата обращения 28.05.2023).
4. ОССЗ получит средства на внедрение системы управления судостроением и судоремонтом // Интернет ресурс <https://sudostroenie.info/novosti/38159.html> (дата обращения 28.05.2023).
5. Крымская верфь внедрила российскую систему управления производством // Интернет ресурс <https://flotprom.ru/2022/452411/> (дата обращения 28.05.2023).