



УДК 621.313.3

## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛА ПАРОВЫХ ТУРБИН СКБТ ЗАО "УРАЛЬСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД"

### DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF FUNCTIONAL MODEL OF BUSINESS PROCESS DESIGN OF STEAM TURBINE PLANTS ON THE EXAMPLE OF THE STEAM TURBINE DEPARTMENT SDBt CJSC "THE URAL TURBINE WORKS"

**Вагин Максим Андреевич**, аспирант каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: vaginmaxim@gmail.com, Тел.: +7(922)125-06-56

**Брезгин Виталий Иванович**, д-р. техн. наук, с.н.с, профессор каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: v.i.brezgin@urfu.ru. Тел.: (343)375-48-51

**Maxim A. Vagin**, Postgraduate student, Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: vaginmaxim@gmail.com.: +7(922)125-06-56

**Vitaly I. Brezgin**, Doctor Sc., senior researcher, Prof., Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: v.i.brezgin@urfu.ru. Ph.: (343)375-48-51

**Аннотация:** Статья представляет собой анализ производственных и бизнес процессов ОПТ (отдела паровых турбин) ЗАО «Уральский турбинный завод». Целью анализа является создание функциональной модели типа «As-Is» и информационных связей системы проектирования паротурбинных установок.

**Abstract:** This article is an analysis of production and business processes of the DST (department of steam turbine), CJSC "The Ural Turbine Works". The purpose of the analysis is to create a functional model of the type "As-is" and information links system design of steam turbine plants.

**Ключевые слова:** функциональная модель; турбина; анализ; IDEF0; промышленность.

**Key words:** functional model; turbine; analysis; IDEF0; industry.

#### ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом растет роль современных информационных технологий в производственных процессах предприятий. В данный момент невозможно представить крупное производство, которое бы не использовала методы компьютерного моделирования, анализа, менеджмента и т.д. Применение цифровых инструментов такого рода дает ряд преимуществ: ускорение и оптимизация процессов, наглядность, удобство использования, оперативный обмен данными.

Наличие налаженной информационной сети у производственного предприятия дает огромное преимущество перед остальными конкурентами. И

поэтому, ЗАО «Уральский турбинный завод», в котором я являюсь инженером-конструктором, решило перейти к полностью цифровому проектированию. Это означает, что конечной целью проектирования станет не чертеж, а детально проработанная аннотированная 3D модель. Эта технология позволит в разы ускорить процесс проектирования турбин, оптимизировать затраты времени на каждом этапе производства.

Переход предприятия на данный качественно новый уровень проектирования требует существенных изменений и адаптации всех производственных и бизнес процессов. Для того, чтобы это сделать необходимо проанализировать текущую схему. Анализ производства в целом крайне трудный и требующий больших

временных затрат. Поэтому было решено начать анализ производственных и бизнес-процессов на основе ОПТ (отдела паровых турбин). Анализ заключается в создании функциональной модели типа «As-Is» и информационных связей системы проектирования паротурбинных установок.

Функциональная модель системы проектирования компоновок паротурбинных установок выполняется на основании стандарта IDEF0. Этот стандарт является методологией функционального моделирования и позволяет формализовать и описывать информационные требования системы проектирования. Функциональная модель «As-Is» позволяет определить взаимодействие процессов, которые на сегодняшний день присутствуют в процессах проектирования паротурбинных установок. При разработке функциональной модели проектирования ПТУ был выполнен анализ бизнес-процессов, существующих в отделе паровых турбин СКБт ЗАО «Уральский турбинный завод». Для разработки функциональной модели был использован программный продукт Allfusion Process Modeler 4.1 (номер лицензии – EURC198474) компании Computer Associates™ (США). Для построения функциональной модели необходимо понимание следующих аспектов: входные данные, инструменты, управляющие воздействия, выходные данные [1]. Анализ этих факторов приведен ниже.

**ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Входными данными для начала работы над разработкой конструкторской документации по паротурбинной установке являются:

технические условия на паротурбинную установку, данные от других отделов [2].

**ИНСТРУМЕНТЫ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ**

Инструментами, участвующими в процессе разработки конструкторской документации, а именно деталей паровых турбин, являются инженеры отдела паровых турбин. Помимо этого, в процессе подготовки конструкторской документации участвуют инженеры смежных отделов, такие как «Отдел расчетов паровых турбин.»

**УПРАВЛЯЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

В процессе разработки конструкторской документации паротурбинной установки управляющим воздействием является нормативно-техническая документация. В перечень данной документации входят: руководящие документы, своды правил, государственные стандарты, руководящие технические материалы, отраслевые стандарты.

**ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Выходными данными при построении контекстной диаграммы разработки конструкторской документации паротурбинных установок являются: чертежи деталей, сборок, сварки, облопачивания, установок оборудования, а также различные ведомости, технические описания и паспорта деталей. Контекстная диаграмма разработанной модели представлена на рисунке 1.

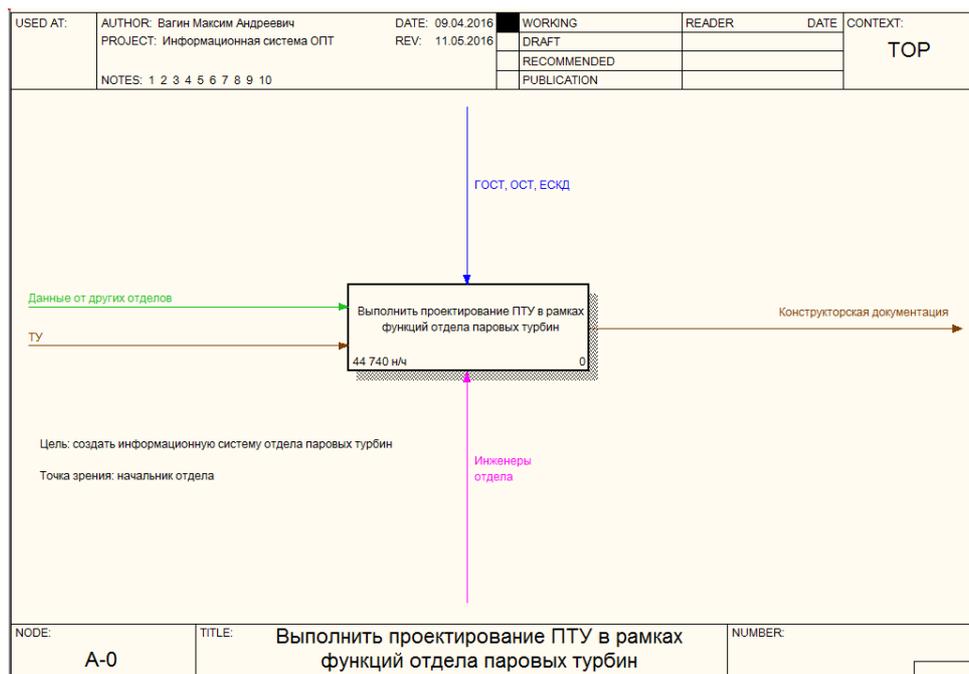


Рис. 1. Функциональная модель проектирования ПТУ в рамках функций отдела паровых турбин

ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ

Оценка качества функциональной модели бизнес-процессов отдела паровых турбин была выполнена с использованием метода стоимостного анализа (Activity Based Costing - ABC) [3]. В качестве метрики использовались нормочасы (н/ч), затрачиваемые на выполнение той или иной задачи.

ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Показанная на рисунке 2 первая декомпозиция отображает общий характер и устройство процесса разработки конструкторской документации в отделе паровых турбин.

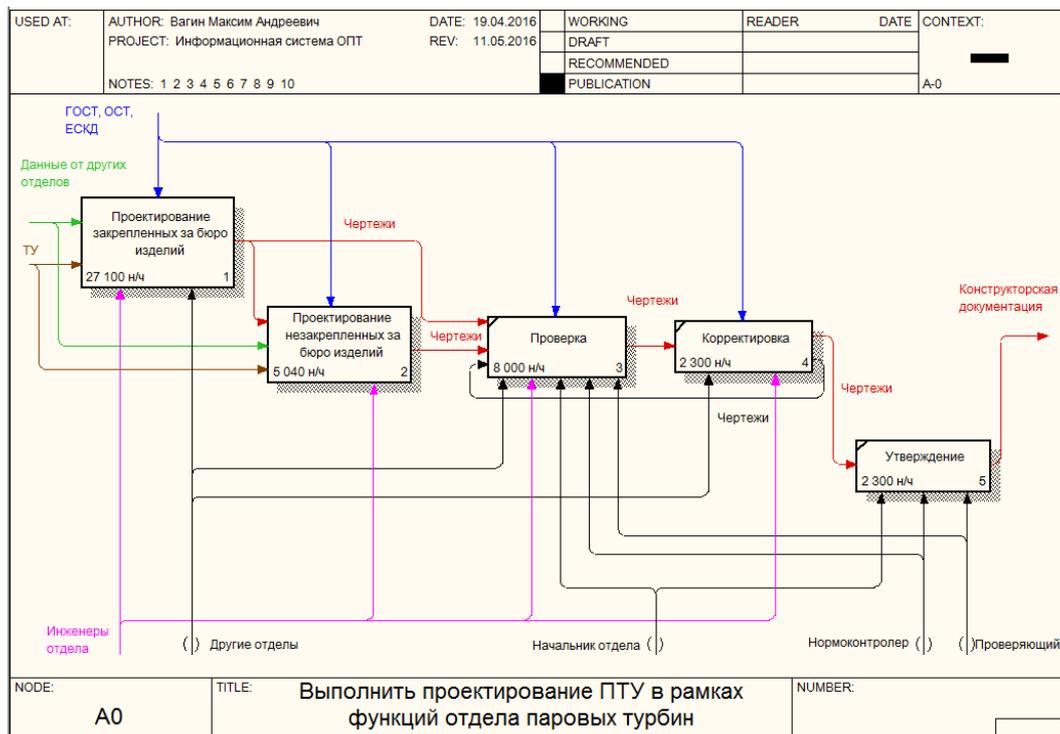


Рис. 2. Первая декомпозиция функциональной модели.

Анализ процесса разработки конструкторской документации показал ряд конструкций и деталей, четко не закрепленных за каким-либо бюро отдела. Данный факт может приводить к снижению качества проектировки и увеличению сроков выполнения. Доля затрачиваемых н/ч на разработку конструкторской документации для этих изделий составляет 18,6% от общего затрачиваемого времени на разработку закрепленных за отделами конструкций и изделий. В состав этих незакрепленных за бюро функций входят: разработка чертежей общих видов, валоповоротного устройства, перепускных труб, подъемных приспособлений, составление формуляров и технических описаний.

Также стоит отметить, что этапы проверки, корректировки и утверждения занимают почти половину всего затрачиваемого времени на производство. Стоит отметить особую роль нормоконтролеров и проверяющих в качестве исполнительного механизма в процессе проверки. Их решения оказывают значительное влияние на

сроки и цикличность разработки конструкторской документации паровых турбин.

Более детально была рассмотрена декомпозиция процессов проектирования закрепленных за бюро изделий, представленная на рисунке 3, так как оно является главным и занимает наибольшее количество времени. Модель отражает взаимосвязь процессов проектирования и непосредственно показывает начало разработки турбины. Начальным этапом является проектирование роторов и проточных частей. Оно выполняется на основании технических условий на турбину и исходной геометрии проточной части, полученной в результате предварительного расчет отделом расчета паровых турбин.

Выявленной особенностью дальнейшей разработки конструкторской документации является то, что без выполненного проектирования роторов и проточной части невозможно проектирование всех остальных элементов. Этот факт придает огромное значение данному этапу проектирования и требует повышенного внимания и качества разработки.

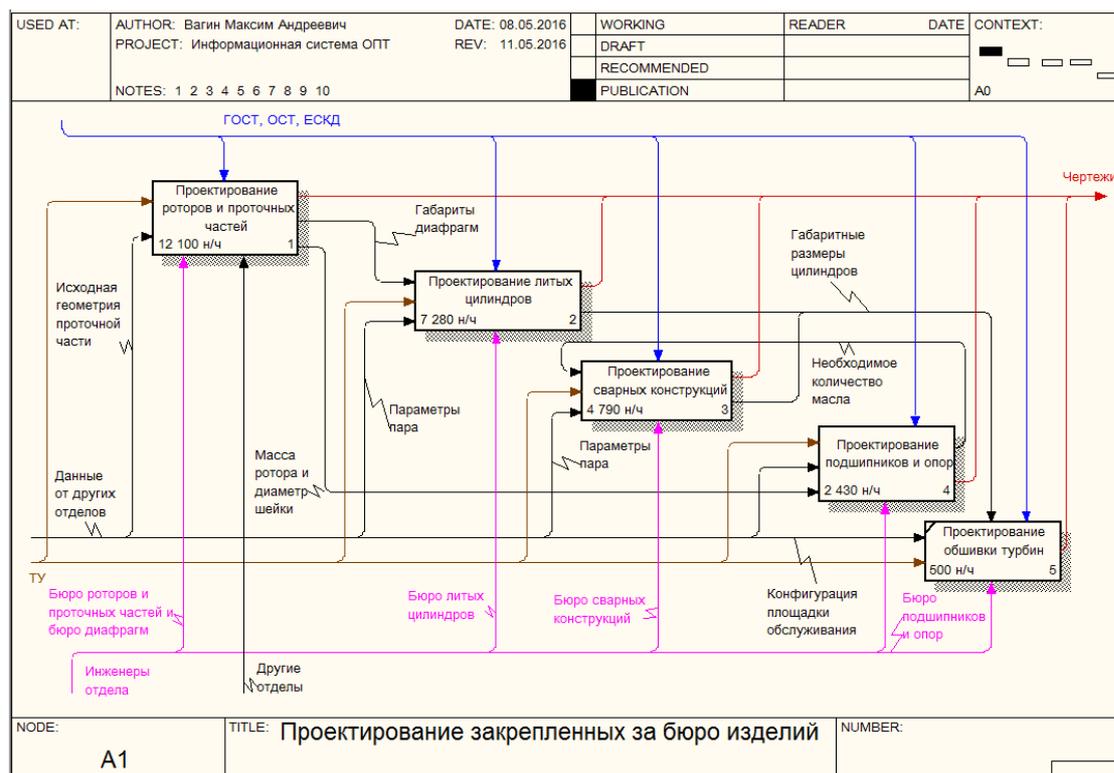


Рис. 3 Декомпозиция процесса проектирования закрепленных за бюро изделий.

Анализ модели позволяет увидеть четкое разделение обязанностей между бюро отдела, что приводит к ускорению процесса разработки конструкторской документации паровых турбин. Также стоит отметить, что некоторые сложные, комплексные задачи не эффективно распределять между несколькими инженерами, а следует направить одному высоко квалифицированному специалисту, который последовательно и методично выполнит работу. Это решение позволяет избежать искажение и непонимание информации при передачи от одного инженера другому, следовательно, повышает качество выполняемого проектирования. Таким примером работы является проектирование обшивки турбины, которую выполняет один человек.

## ВЫВОДЫ

По итогам работы была разработана функциональная модель (в нотации As-Is) бизнес-процессов проектирования паротурбинной установки на примере отдела паровых турбин СКБт ЗАО «Уральский турбинный завод». В ходе анализа полученной модели были выявлены не закрепленные за бюро процессы проектирования изделий. Анализ данной модели и последующая

разработка новой модели в нотации «To-Be» позволит существенно повысить качество и сократить сроки разработки конструкторской документации. Предварительный анализ функциональной модели выявил особо важные этапы разработки, такие как проектирование роторов и проточных частей. Этот этап считается начальным и предоставляет необходимую информацию для дальнейшего проектирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брезгин В. И., Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler 4.1: Лабораторный практикум – Екатеринбург : изд-во Урал. Ун-та, 2015. – 52 с. – ISBN 978-5-7996-1464-5 (ч. 2). – ISBN 978-5-7996-1462-1
2. Шибяев Т. Л. Совершенствование методов проектирования компоновок теплофикационных паротурбинных установок на основе современных информационных технологий : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.04.12, 05.13.12 / Т.Л. Шибяев ; Ур. гос. техн. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. -Екатеринбург, 2009. - 161 с.
3. Маклаков С.В., Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003 – 432 с.