

УДК 005, 378.4, 65.014, 629.7.08

Изучение актуального подхода к построению функциональных моделей организационно-технических систем при подготовке специалистов ракетно-космической отрасли

Архипова Н.В.¹, Кобызев С.В.^{1,*}

[*ksergeyv@hotmail.com](mailto:ksergeyv@hotmail.com)

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассматриваются вопросы подготовки специалистов по эксплуатации наземного оборудования ракетных комплексов в МГТУ им. Н.Э.Баумана с учетом роли человека в процессе эксплуатации и построение функциональных моделей с точки зрения будущего руководителя. Описывается занятие в формате деловой игры по построению функциональной модели системы эксплуатации ракетно-космического комплекса. Используется стандарт функционального моделирования РФ (IDEF0). Уточняется порядок построения и особенности элементов модели для учебного процесса. Указывается на применимость подобного подхода для курсов, связанных с эксплуатацией наземной космической инфраструктуры.

Ключевые слова: эксплуатация наземной инфраструктуры, деловая игра, функциональное моделирование, IDEF0

Введение

Традиционно, ведущий инженерный вуз РФ - МГТУ им. Н.Э. Баумана осуществляет подготовку специалистов по целому ряду направлений аэрокосмической отрасли, в том числе в области проектирования и эксплуатации аэрокосмических средств на всех иерархических уровнях их построения – от отдельных агрегатов до космических систем в целом, включая стартовые (СК) и технические (ТК) комплексы. При этом будущие инженеры квалификации «специалист» получают углубленную подготовку в области строительной механики, механики жидкости и газа, термодинамики и тепломассообмена.

В последние два десятилетия в современных социально-экономических условиях наблюдается актуальная тенденция смещения акцентов в подготовке специалистов с вопросов проектирования на вопросы эксплуатации элементов космических систем и аспекты продления их ресурса. В связи с этим в образовательные программы кафедры СМ8 «Стартовые ракетные комплексы» введены дополнительная специализация и соответствующий набор курсов по эксплуатации элементов космических средств. Выпускники кафедры, прошедшие подготовку по широкому спектру дисциплин, востребованы на рынке труда

не только в организациях, связанных с ракетно-космической тематикой, но и на машиностроительных предприятиях, предприятиях сферы строительства, архитектуры, нефтяной и химической промышленности. Они занимают позиции экспертов и руководителей в подразделениях всех уровней в области проектирования, производства и эксплуатации.

В процессе подготовки специалистов как сферы проектирования и производства, так и сферы эксплуатации на кафедре применяется ряд средств моделирования различного уровня. Нарботаны методы построения моделей объектов и процессов в системах космических средств, проведения проектирования, анализа функционирования, сопровождения эксплуатационных процессов. Как правило, эти модели относятся к проектированию и сопровождению механических, гидравлических, пневматических, электрических систем в составе элементов наземного оборудования, без учета поведения обслуживающего персонала и в изоляции от прочих систем, не являющихся в конкретном случае объектом анализа, проектирования или эксплуатации.

Однако, для эксплуатации элементов космических средств характерно, что функционирование элементов космических средств происходит не в изолированных условиях, как это обычно принимается при моделировании отдельных систем, а в составе так называемой системы эксплуатации, которая включает в себя, наряду с механическими, гидравлическими, электрическими процессами также процессы взаимодействия с персоналом и документацией по эксплуатации.

Работа руководителя на этапе эксплуатации подразумевает изучение особенностей функционирования такого рода организационно-технических систем, в том числе в части взаимодействия с персоналом. Системы эксплуатации космических средств по своим признакам в число таких систем входят. Понимание принципов функционирования таких систем требует адекватного их моделирования и обучения будущих руководителей приемам такого моделирования.

Следует отметить, что моделирование организационно-технических систем в интересах построения оперативной работы и средне- и долгосрочного планирования должно быть компетенцией руководителей всех уровней. Важно при этом подбирать такое средство моделирования, в возможностях которого изначально заложена многоуровневость организации как для планирования, так и для текущей работы. Каждый руководитель на своем рабочем месте должен иметь четкое видение ситуации и понимание того, кем и чем он руководит, а также представлять место и роль своего подразделения в общей структуре организации. В реальных условиях практической работы такое представление складывается неизбежно, но происходит, как правило, эмпирически, путем наработки собственного опыта, методом проб и ошибок или с помощью простейших схем и диаграмм, построенных по различным принципам и, как правило, также составленных эмпирическим путем. В тоже время, в современной науке существуют приемы, методы, теории построения такого рода моделей, применимых к самым различным организационно-техническим системам при различных вариантах их функционирования.

В данной работе рассмотрены методические аспекты проведения занятия по курсу «Методы оптимального управления эксплуатацией стартовых комплексов» применительно к изучению организационно-технической системы, допускающей рассмотрение как непрерывно функционирующей, в отличие от систем, рассмотрение которых предпочтительно в рамках проектного подхода (он в данной работе не рассматривается). В качестве средства моделирования выбрана методика IDEF0.

1. Постановка задачи моделирования

На практическом занятии учащимся ставится задача построения функциональной модели ранее изученной в лекционном курсе в плане состава объектов и средств эксплуатации организационно-технической системы. В качестве примера такой системы, в частности, может быть выбрана система эксплуатации ракетно-космического комплекса. Обучающимся предлагается провести моделирование в рамках актуального подхода, основанного на применении стандарта IDEF0 (SADT) [1, 2, 3].

Теоретическая подготовка к занятию подразумевает знакомство обучающихся с описанием графического языка IDEF0 в соответствии с рекомендациями [1, 4], на основании краткого описания принятого в работах по применению IDEF0 в образовании [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Отметим наиболее важные для функционального моделирования систем эксплуатации стартовых ракетных комплексов особенности стандарта.

Отметим, что IDEF0 допускает построение моделей различных типов – моделей функциональных и моделей данных. Будем придерживаться функциональной модели, наиболее эффективной для моделирования организационно-технических систем [11].

Главным в IDEF0 является понятие функционального блока (Рис. 1). Внутри блока происходит преобразование входных объектов в выходные объекты при помощи механизмов (в нашем случае средств эксплуатации и персонала) под воздействием управления. Для входов предусмотрена левая сторона блока, для выходов – правая сторона блока, для управления – верхняя, для механизмов – нижняя сторона блока. Изменение назначения сторон стандартом строго запрещено.

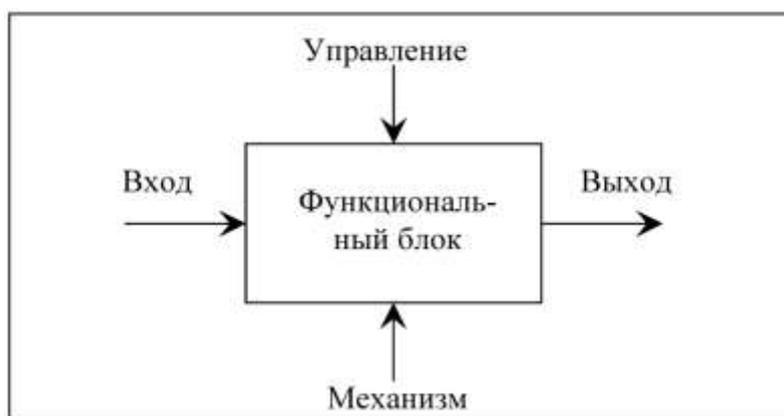


Рис. 1. Контекстная диаграмма

Изменение назначения сторон стандартом строго запрещены.

Второе важнейшее понятие – дуга (обозначается стрелкой). Дуги отражают потоки данных и материальных объектов в системе. Дуги и блоки помечаются. Система обозначений является составной частью стандарта. Вводятся правила слияния и разветвления дуг.

Блок верхнего (нулевого уровня) со своими дугами и границей системы образует так называемую контекстную диаграмму – модель всей системы в целом. Каждый блок имеет, по крайней мере, одну дугу управления и одну дугу выхода.

Функциональные блоки подвергаются декомпозиции, порождая модели следующих уровней иерархии моделируемой системы. Для удержания числа блоков на каждом уровне в рекомендуемых пределах от трех до шести функции могут подвергаться агрегированию. Это позволяет удержать на диаграммах требуемый уровень информативности и доступности для понимания. Помимо понятий декомпозиции и агрегирования к функциональным блокам применяют понятия доминирования и построения. Под доминированием понимают относительную важность функций, соответствующий блоку, для достижения целей системы, а под построением понимают расположение блоков на диаграмме данного уровня в соответствии с их доминированием (лесенкой). На уровне соединения блоков дугами рекомендации IDEF0 позволяют моделировать понятия прямой и обратной связи. Рекомендации IDEF0 отдельно задают порядок сбора информации при моделировании, этапы построения моделей, состав рабочих групп разработчиков и приемы групповой работы. Важно, что стандарт не привязан к каким-либо конкретным программным реализациям и может применяться как в практической работе, так и в обучении, даже при отсутствии компьютера при наличии только карандаша и бумаги. Этот стандарт – актуальный работающий и полезный инструмент [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Дадим краткую характеристику этого стандарта применительно к проектированию моделей организационно-технических систем, в частности системы эксплуатации космических средств.

2. Особенности применения стандарта IDEF0 на учебных занятиях

Подчеркнем некоторые важные особенности стандарта функционального моделирования IDEF0, делающие его применимым для составления функциональной модели системы эксплуатации ракетно-космического комплекса в составе космической системы в частности и составления функциональных моделей организационно-технических систем вообще.

1. Стандарт IDEF0 предоставляет развитой графический язык, что позволяет вести функциональное моделирование наглядным образом, как с применением специализированных программных средств, так и на листе бумаги, с целью предварительного анализа или как инструмент быстрой фиксации организационных предложений или решений.

2. Стандарт включает в себя не только требования к уже готовым моделям, но и регламентирует последовательность действий по созданию модели, что позволяет вести единообразным образом обучение применению этого стандарта на практике, снижая эмпиричность подхода и давая возможность, опираясь на сам стандарт, готовить специалистов, не только понимающих модели, созданные друг другом, но и способных к совместной работе над сложными проектами, одинаково видящих как создаваемую или обслуживаемую систему, так и способных к совместным понятным последовательным шагам по созданию такой модели.
3. Стандарт сам по себе, без привлечения дополнительных описаний или руководств, содержит средства и рекомендации по организации совместной работы по моделированию, что позволяет организовать процесс построения модели на учебном занятии с разделением ролей, что само по себе является полезным инструментом обучения.
4. Стандарт содержит средства поддержки версий составляемой модели, что, опять же, крайне благоприятно для процесса обучения, так как позволяет замечания преподавателя и корректирующие действия обучающихся вписать в общий контекст процесса построения модели в соответствии со стандартом.

Стандарт при построении модели позволяет подчеркнуть такие принципиальные особенности структуры и построения функциональных моделей вообще, как

1. Точка зрения
2. Внешняя граница
3. Структура
4. Функция
5. Обратная связь
6. Материальные и информационные потоки
7. Функциональные подсистемы
8. Цели системы и цели моделирования
9. Управление
10. Роли персонала – управление, непосредственное исполнение, потребление полезного эффекта
11. Многоуровневость подсистем, функций, целей функционирования, особенно характерных для космических систем в целом и ракетно-космических комплексов в частности

3. Проведение практического занятия

На лабораторном занятии, организованном по образовательной технологии деловой игры, обучающиеся строят функциональные модели космических систем разных уровней иерархии.

До проведения такого лабораторного занятия в рамках лекционного курса обучающиеся получают представление о функционировании сложных систем, видах моделей сложных систем, структуре и особенностях конкретно функциональных моделей. Для построения таких моделей в лекционном курсе и для лабораторного занятия выбрана методика построения функциональных моделей по Российскому стандарту [1], соответствующему международному стандарту IDEF0.

При формировании моделей организационно-технических систем важно, с методологической точки зрения, уделить внимание понятию внешней границы системы. При составлении моделей организационно-технических систем внешняя граница, во-первых, определяет пределы моделируемой части сложной системы, то есть определяет список подсистем, которые входят в данную модель, и список подсистем, которые по отношению к данной модели являются внешними. Во-вторых, граница представляет собой условное обозначение связей со внешними по отношению к моделируемым подсистемами. Бесконечность среды вне моделируемой системы заменяется связями, воздействиями, реакциями, взаимодействиями между тем, что моделируется и тем, что остается вне рассмотрения. Связи со внешней средой в стандарте [1, 2, 3] указываются явным образом на графической модели.

На лабораторном занятии учащимся важно осознать, что образующиеся в процессе декомпозиции основной системы подсистемы также получают границы с такими же универсальными свойствами.

Также, в ходе лабораторного занятия, процесс построения модели, служащей для демонстрации применения метода функционального моделирования, должен использоваться для максимально полного раскрытия связанных с моделированием понятий структуры, функции, прямых и обратных связей.

В данной работе и в описываемом лабораторном занятии в формате деловой игры ведется речь о функциональном моделировании организационно-технических систем и об обучении приемам такого моделирования. Следует, однако, иметь ввиду и обязательно предупредить обучающихся, что этот подход не единственный, указывать альтернативы, а также границы и условия применимости самого функционального подхода. Подход к построению функциональной модели системы эксплуатации ракетно-космического комплекса можно проиллюстрировать аналогией с механизмом часов. У часов могут заканчиваться завод заводной пружины или батарейка, но в принципе все детали их механизма – колеса, баланс, анкерная вилка – из минуты в минуту выполняют одни и те же или близ-

кие функции. Такой механизм можно определить (дать определение) не только по внешним признакам (калибр, точность, водонепроницаемость), но, с целью изучения его работы и, возможно, усовершенствования его схемы, с точки зрения функций каждого отделяемого элемента или подсистемы, если в часах эти подсистемы выделить.

То есть такой (функциональный) подход вполне применим к организационно-техническим системам типа системы эксплуатации ракетно-космического комплекса, в которых изо дня в день выполняются одни и те же операции в рамках стабильных подсистем.

Противоположность функциональному подходу – проектный подход. Наиболее характерный пример – строительство нового космодрома, когда основное внимание уделяется срокам начала и завершения сооружения объектов и ввода их в эксплуатацию. При этом каждый период времени характеризуется выполнением новых, не повторяющихся задач и часто новым составом исполнителей. Для описания процессов, происходящих в организационно-технических системах и описываемых в рамках проектного подхода также существуют многочисленные методы моделирования, совершенно отличные от функционального подхода, в частности, многочисленные разновидности сетевых моделей. Учащиеся должны четко понимать, что проектный подход не рассматривается на данном занятии.

4. Последовательность работы над моделью на занятии

Из представленной в стандарте последовательности построения модели к применению в учебных целях при построении функциональной модели системы эксплуатации ракетно-космического комплекса можно рекомендовать следующую последовательность шагов: (дополняем в учебных целях этапы создания модели дополнительными подэтапами).

1. Подготовка к работе. Краткий обзор изученных особенностей ракетно-космических комплексов и их подсистем как объектов и средств эксплуатации
2. Краткий опрос студентов, определение текущего уровня подготовки к занятию
3. Разделение студентов на подгруппы с выделением наиболее активного и знающего в качестве руководителя подгруппы.
4. Формирование представления о содержании, важности работы, ее месте в общей структуре курса.
5. Выдача раздаточного материала. Краткое обсуждение материала.
6. Формирование списка подсистем.
7. Обсуждение смысла и роли внешней границы системы в конкретном случае. Повторение сведений о видах границ системы.
8. Формулирование точки зрения

9. Формирование контекстной диаграммы (модели нулевого уровня).
10. Распределение задач и функциональных блоков по подгруппам.
11. Предварительное согласование интерфейсов. Составление списка внешних по отношению к блокам информационных и материальных потоков. Назначение ответственного за согласование интерфейсов функциональных блоков и общую сборку модели.
12. Самостоятельное формирование обучающимися на основании выданного раздаточного материала окончательного списка подсистем, списка интерфейсов сформированных подсистем.
13. Согласование интерфейсов функциональных блоков, подготавливаемых разными группами обучающихся.
14. Определение преподавателем на основании прогресса обучающихся в построении модели первого уровня требуемого для проработки количества уровней в окончательной модели. Как правило, достаточно иметь нулевой, первый и второй уровень декомпозиции для полного раскрытия возможностей стандарта и осознания важнейших понятий декомпозиции, построения, доминирования и агрегирования.
15. Самостоятельное формирование подгруппами обучающихся для функциональных блоков второго уровня декомпозиции списка функций, списка материальных и информационных потоков, расположение блоков в соответствии с их доминированием, согласование интерфейсов модели для первого и второго уровня декомпозиции.
16. Составление общей модели с тремя уровнями декомпозиции с привлечением ответственного за согласование интерфейсов в качестве ответственного за окончательную сборку модели.

Раздаточный материал, используемый на занятии и позволяющий сохранить темп продвижения по этапам построения модели, включает в себя:

- Перечень функций (глаголы и отглагольные существительные), имеющих отношение к данному уровню моделирования.
- Перечень характерных материальных объектов, информационных и материальных потоков, циркулирующих в системе.

Построенная модель считается моделью первой версии и подвергается критике преподавателем, который в данном случае выступает в качестве эксперта.

Высказанные замечания вносятся в модель студентами самостоятельно в рамках подготовки модели к защите на отдельном занятии.

Листы текстовых описаний для модели готовятся студентами самостоятельно в соответствии со стандартом.

Пример составленной студентами на занятии диаграммы первого уровня приведен на рис. 2.

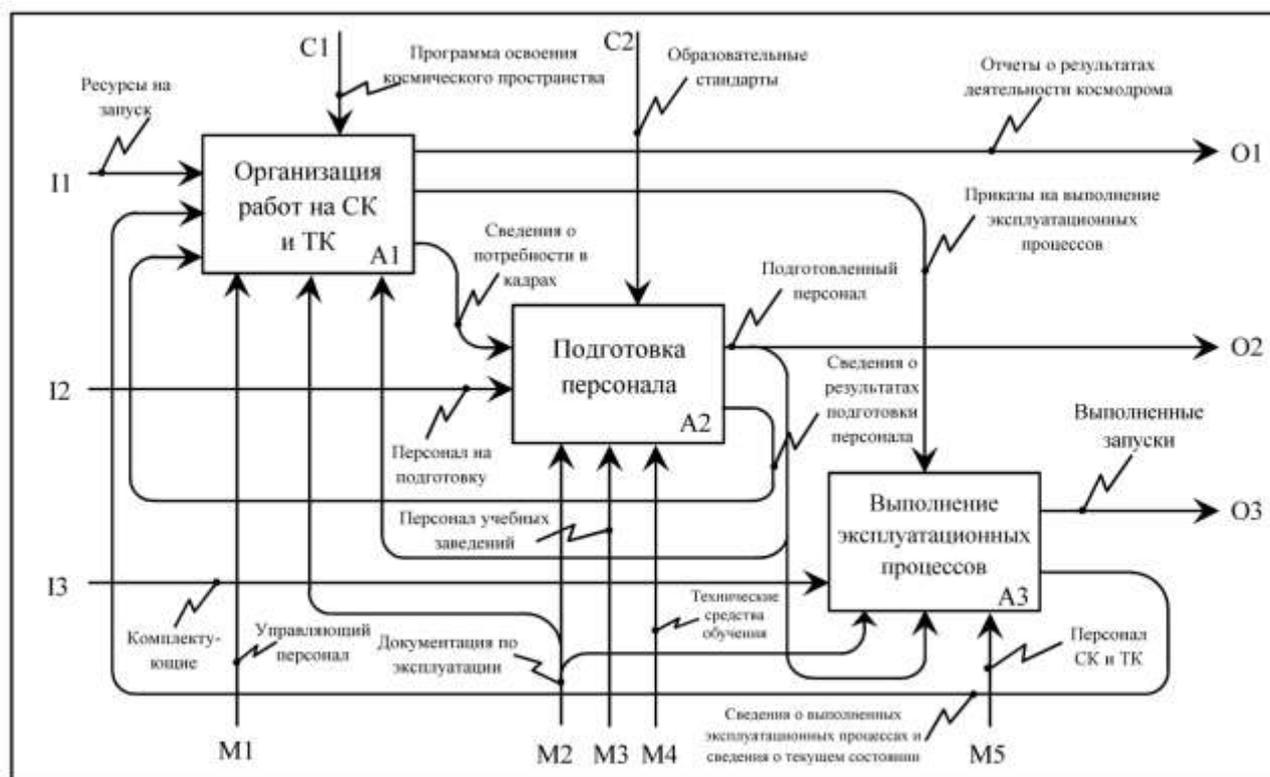


Рис. 2. Функциональная модель системы эксплуатации ракетно-космического комплекса.

5. Защита работы

На защите работы поднимаются преподавателем вопросы, связанные со смыслом, вкладываемым с понятия внешней границы, функционального блока, прямых и обратных связей, понятия управления, входа, выхода и механизма, раскрывается фактическое наполнение этих понятий, а также понятий прямых и обратных связей, конкретизируется состав материальных и информационных потоков. В качестве повторения и для определения глубины понимания процесса моделирования задаются вопросы по общим понятиям и принципам функционального моделирования, предлагается дать варианты альтернативного построения модели.

Характерные вопросы для подготовки к зачету:

- Отличие подхода функционального моделирования от проектного подхода
- Роль человека в организационно-технических системах
- Вопросы практического применения построенных моделей в практике работы руководителя системы эксплуатации
- Порядок построения функциональных моделей в соответствии с рекомендациями [1, 2, 3].

6. Развитие и практика применения рекомендаций IDEF0

В нашей стране рекомендации по стандартизации [1] относятся к числу действующих и практика показывает, что те, кто применяет эти рекомендации сейчас, следуют им

точно и стремятся использовать все возможности графического языка IDEF0. Часть стандарта, относящаяся к правилам составления текстовой части моделей, ведения версий в имеющихся источниках представлена слабее. Многие исследователи, тем не менее, хорошо зная о существовании стандарта, не стремятся его использовать даже там, где его применение (по характеру описываемой системы) полностью оправдано, то есть графический язык IDEF0 полностью позволяет разрешить задачу моделирования в конкретной проблемной ситуации. Вместо IDEF0 такие исследователи применяют самостоятельно разработанный графический язык, в каждой работе уникальный, что, на взгляд авторов данной работы, обедняет их результаты, делая их восприятие более ресурсно затратным для читателя или слушателя.

С другой стороны, нужно отметить, что IDEF0 [2, 3], бывший ранее стандартом в США, более таковым там не является. Причина этому, однако, другая. Как стандарт IDEF0 был в США всюду признан, и в тех случаях, когда исследуемая система могла быть адекватно описана на языке IDEF0, эта методология применялась без необходимости специального принуждения ввиду явного удобства, распространенности и отсюда понятности для широкого круга специалистов. В связи с этим был произведен перевод методологии IDEF0 из числа стандартов, обязательных к исполнению, в число рекомендаций. Тем самым делается попытка побудить исследователей искать новые формы функционального моделирования, давая им свободу в интересах развития моделирования развивать дальше методологию IDEF0.

На занятиях следует формировать у обучающихся представление о IDEF0 и SADT, лежащем в его основе (методологии функционального моделирования в российском стандарте [1]) как инструменте. Этот инструмент применим в работе как разработчика, так и специалиста по эксплуатации наряду с прочими инструментами. Это не догма и не единственно правильный выбор для всех возможных случаев. Это один из вариантов. Вариант широко распространенный и поэтому легкий для понимания и удобный в совместной работе. Но, как и всякий инструмент, он приносит пользу лишь при правильном и творческом применении.

Заключение

Таким образом, деятельности человека-руководителя, а таковыми по истечении ряда лет становятся многие выпускники МГТУ им. Н.Э.Баумана, можно и нужно целенаправленно обучать.

Подобного рода задачи - на составление функциональных моделей, стратегическое и оперативное планирование - в разной форме рассматриваются в ряде курсов по планированию и организации производства. Применяя к таким задачам требования стандарта, можно посоветовать уделять внимание вопросам о границах системы, о целях, о разделении на функции, о точке зрения модели. На практических занятиях применение стандарта позволяет обеспечить сочетание индивидуальной работы и работы в группах с выделением ролей для стимулирования навыков работы в коллективе.

На лабораторном занятии мы не просто строим модель, но и отрабатываем коллективную работу по ее созданию, моделируем работу в команде в интересах достижения общей цели, моделируем работу коллектива с многоуровневой иерархией.

Таким образом, мы, с одной стороны, изучаем со студентами обычную типовую учебную проблему в рамках программы конкретной дисциплины, а с другой стороны, моделируем с учащимися реальное функционирование организационно-технической многоуровневой системы, модель которой мы и создаем в процессе этого занятия. Получаем возможность, таким образом, одновременно находиться внутри функционирующей системы и строить ее модель, рассматривая систему со стороны.

Моделирование это происходит с полным вовлечением обучающихся, играющих на этом занятии роль как объектов, так и субъектов моделирования.

Для качественного преподавания основ IDEF0 преподавателю можно рекомендовать не только прорабатывать со студентами построение моделей организационно-технических систем по читаемому курсу, но и, для отработки собственных практических навыков, использовать IDEF0 в своей собственной методической работе. В частности, можно рекомендовать составление функциональных моделей отдела аспирантуры, магистратуры, модели работы диспетчерской вуза, приемной комиссии [12, 13, 14].

Список литературы

1. РД IDEF 0 - 2000. Методология функционального моделирования IDEF0. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 75 с.
2. Draft FIPS PUB 183. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). Gaithersburg: NIST, 1993. 128 p.
3. IEEE 1320.1-1998. IEEE Standard for Functional Modeling Language – Syntax and Semantics for IDEF0. New York: IEEE, 1998.
4. Марка Д.А., МакГоуэн К.Л. Методология структурного анализа и проектирования: пер. с англ. М.: МетаТехнология, 1993. 240 с.
5. Маркина В.П. Метод структурного анализа и проектирования в обучении информатике студентов гуманитарных факультетов: дис. ... канд. пед. наук. Магнитогорск, 2001. 174 с.
6. Маркова Ю.М. Использование методологии SADT при построении компетентностно-ориентированной модели магистратуры // Вестник ПсковГУ. Сер. Естественные и физико-математические науки. 2013. № 3. С. 111-115.
7. Евгеньев Г.Б. Онтологическая методология создания учебных пособий // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 9. С. 1011-1014. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/738319.html> (дата обращения 26.10.2015).
8. Горшенин А.Ю., Кихтенко А.В. Методика управления образовательными системами на основе стандартов IDEF // Совет ректоров. 2007. № 1. С. 79-86.
9. Харитонов И.М. Методология структурного анализа и проектирования (SADT) как инструмент описания системы дистанционного образования // Управление большими системами: сборник трудов. 2005. № 11. С. 111-125.

10. Горшенин А.Ю. Формализация нормативно-правового регулирования в образовательных системах на основе стандартов IDEF // Право и образование: научный журнал. 2007. № 11. С. 19-29.
11. Дворников А. IDEF0 как инструмент моделирования процессов // Авант Партнер. 2005. № 22 (79).
12. Голева М.В., Доронина И.Н. Функциональное моделирование (нотация IDEF0) муниципальной библиотеки // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 7. С. 11-13.
13. Носуленко А.В. Использование методологии IDEF в рамках создания корпоративной информационной системы «Лощман-EDU» ТМЦ ДО // Дистанционные образовательные технологии. Выпуск 1. Пути реализации: сб. науч. тр. Томск: Изд-во ТУСУР, 2004. С. 165-174.
14. Миков Д.А. Построение IDEF0-модели виртуального центра охраны здоровья // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 9. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/634641.html> (дата обращения 26.10.2015).
15. Соколов Е.В., Костырин Е.В. Функциональная модель системы управления медицинскими диагностическими услугами // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2009. № 3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/121943.html> (дата обращения 26.10.2015).
16. Папин К.А. Анализ и систематизация бизнес-процесса «Управление выполнением основных заказов предприятия» с целью внедрения ERP-системы // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/564096.html> (дата обращения 26.10.2015).
17. Кравченко Ю.А., Курситыс И.О. Сравнительный анализ стандартов IDEF0 и ARIS на основе моделирования задачи раскроя материала // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. Электрон. журн. 2015. № 2 (22). Режим доступа: <http://digital-mag.tti.sfedu.ru/lib/22/3-2%2822%292015.pdf> (дата обращения 26.10.2015).

Study of Modern Approach to Build the Functional Models of Managerial and Engineering Systems in Training Specialists for Space Industry

N.V. Arhipova¹, S.V. Kobzyev^{1,*}

[*ksergeyv@hotmail.com](mailto:ksergeyv@hotmail.com)

¹Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Keywords: ground facilities operating, business game, functional modelling, IDEF0

The SM8 Chair at Bauman Moscow State Technological University (BMSTU) trains specialists majoring not only in design and manufacture, but also in operation and maintenance of space ground-based infrastructure.

The learning courses in design, production, and operation of components of the missile and space technology, give much prominence to modeling. The same attention should be given to the modeling of managerial and engineering systems, with which deal both an expert and a lead-man. It is important to choose the modeling tools for managerial and engineering systems with which they are to work and to learn how to apply these tools.

The study of modern approach to functional modeling of managerial and engineering systems is held in the format of business game in laboratory class. A structural analysis and design technique (IDEF0) is considered as the means of modeling.

The article stresses the IDEF0 approach advantages, namely: comprehensible graphical language, applicability to all-types and all-levels-of-hierarchy managerial and engineering systems modeling, popularity, version control means, teamwork tools. Moreover, the IDEF0 allows us to illustrate such notions, as point of view, system bounders, structure, control, feedback as applied to the managerial and engineering systems.

The article offers a modified procedure to create an IDEF0 model in the context of training session. It also suggests a step-by-step procedure of the instruction session to be held, as well as of student self-training to have study credits, and a procedure of the work defense (final test).

The approach under consideration can be applied to other training courses. The article proves it giving information about positive experience of its application.

References

1. *RD IDEF 0 - 2000. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0* [Guidelines IDEF 0 - 2000. Functional Modelling Methodology IDEF0]. Moscow, IPK Standards Publishing House, 2000. 75 p. (in Russian).

2. *Draft FIPS PUB 183. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)*. Gaithersburg, NIST Publ., 1993. 128 p.
3. *IEEE 1320.1-1998. IEEE Standard for Functional Modeling Language – Syntax and Semantics for IDEF0*. New York, IEEE, 1998.
4. Marca D.A., McGowan C.L. *SADT: Structured Analysis and Design Technique*. New York, McGraw-Hill, 1987. (Russ. ed.: Marca D.A., McGowan C.L. *Metodologiya strukturnogo analiza i proektirovaniya*. Moscow, MetaTekhnologiya Publ., 1993. 240 p.).
5. Markina V.P. *Metod strukturnogo analiza i proektirovaniya v obuchenii informatike studentov gumanitarnykh fakul'tetov. Kand. diss.* [Method of structural analysis and design in computer science education for students of humanitarian faculties. Cand. diss.]. Magnitogorsk, 2001. 174 p. (in Russian).
6. Markova Yu.M. Using of SADT methodology in constructing the competence-oriented magistracy model. *Vestnik PskovGU. Ser. Estestvennye i fiziko-matematicheskie nauki = Herald of Pskov State University. Ser. Natural and physico-mathematical science*, 2013, no. 3, pp. 111-115. (in Russian).
7. Evgenev G.B. Ontological methodology of study guides creating. *Inzhenernyi vestnik MGTU im. N.E. Baumana = Engineering Herald of the Bauman MSTU*, 2014, no. 9. Available at: <http://engbul.bmstu.ru/doc/738319.html> , accessed 26.10.2015. (in Russian).
8. Gorshenin A.Yu., Kikhtenko A.V. Methods of educational systems management based on IDEF standards. *Sovet rektorov = Rectors Council*, 2007, no. 1, pp. 79-86. (in Russian).
9. Kharitonov I.M. Methodology of structural analysis and design (SADT) as a tool of description of distance education system. *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov = Large systems management: proceedings*, 2005, no. 11, pp. 111-125. (in Russian).
10. Gorshenin A.Yu. Formalization of normative-legal regulation in the educational systems based on IDEF standards. *Pravo i obrazovanie: nauchnyi zhurnal = Law and education: science journal*, 2007, no. 11, pp. 19-29. (in Russian).
11. Dvornikov A. IDEF0 as a processes modelling tool. *Avant Partner = Avant Partner*, 2005, no. 22. (in Russian).
12. Goleva M.V., Doronina I.N. Functional modelling of municipal library (IDEF0 notation). *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya = International journal of experimental education*, 2014, no. 7, pp. 11-13. (in Russian).
13. Nosulenko A.V. Using of IDEF methodology in the framework of creation of corporate information system "Lotsman-EDU" TIC DE. *Dstantsionnye obrazovatel'nye tekhnologii. Vypusk 1. Puti realizatsii: sb. nauch. tr.* [Distance education technologies. Issue 1. Ways of implementation: collection of scientific papers]. Tomsk, TUSUR Publ., 2004, pp. 165-174. (in Russian).
14. Mikov D.A. Build of IDEF0 model of virtual health protection centre. *Molodezhnyi nauchno-tekhnicheskii vestnik MGTU im. N.E. Baumana = Youth Science and Technology Herald of*

- the Bauman MSTU*, 2013, no. 9. Available at: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/634641.html> , accessed 26.10.2015. (in Russian).
15. Sokolov E.V., Kostyrin E.V. Functional model of management system of medical diagnostic services. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana = Science and Education of the Bauman MSTU*, 2009, no. 3. Available at: <http://technomag.bmstu.ru/doc/121943.html> , accessed 26.10.2015. (in Russian).
 16. Papin K.A. Analysis and systematization of business process “Management of execution of main orders of enterprise” for the purpose of implementation of ERP- system. *Molodezhnyi nauchno-tehnicheskii vestnik MGTU im. N.E. Baumana = Youth Science and Technology Herald of the Bauman MSTU*, 2013, no. 4. Available at: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/564096.html> , accessed 26.10.2015. (in Russian).
 17. Kravchenko Yu.A., Kursitys I.O. Comparative analysis of standards IDEF0 and ARIS based on modeling of problem of cutting material. *Informatika, vychislitel'naya tekhnika i inzhenernoe obrazovanie = Informatics, computer science and engineering education*, 2015, no. 2. Available at: <http://digital-mag.tti.sfedu.ru/lib/22/3-2%2822%292015.pdf> , accessed 26.10.2015. (in Russian).