

УДК 372.8

СИСТЕМНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБУЧЕНИИ ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Оснач А.А., магистрант гр. РТм-151, II курс

Научный руководитель: Любимов О.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Проблема создания «систем большого масштаба», обладающих существенными отличиями от обычных проектируемых объектов, занимает мировое инженерное сообщество с середины 50-х годов прошлого века [1]. Решение развивалось от постановки проблемы первоначально в достаточно узкое понятие автоматизированных систем, но далее – в прикладную теорию систем, подкрепленную теперь и нормативной базой [2].

В ряду «больших» систем находятся и робототехнические системы [3], которые, как и большинство создаваемых современных систем, становятся все более программно-интенсивными [4].

В настоящее время имеется методологическая основа образовательной программы в виде Руководства к своду знаний по системной инженерии (SEBoK), выделены разделы и основные дидактические единицы, определено их содержание [4, 5]. В связи с этим учебный курс «Автоматизированное проектирование робототехнических систем», читаемый магистрантам I курса профиля РТ может служить цели освоения таких дидактических единиц, как основные системные представления, наука о системах, системное мышление, системный подход в инженерном деле, моделирование систем.

Опираясь на знания, полученные в дисциплинах профессионального цикла бакалаврской подготовки, магистрант должен освоить концепции системной инженерии, понять ее роль, оказаться способным к переходу от рабочего проектирования к обязательному предварительному архитектурному, к процессной концепции проектной деятельности.

В курсе найдет отражение такой важный аспект системной инженерии, как необходимость целостного и согласованного понимания потребностей заинтересованных сторон на всех этапах жизненного цикла системы. Деятельность по разработке требований к системе инициирует смежную с системной инженерией область знаний – инженерию требований, основная цель которой заключается в исследовании возможностей внесения изменений в течение жизненного цикла системы, а главное – определении цены этих изменений. Так в табл. 1 приведены соотношения затрат на исправление ошибки в зависимости от стадии обнаружения, по данным Международного совета по системной инженерии (International Council on System Engineering, INCOSE) [6].

Таблица 1

Цена ошибки – сколько менеджер должен за неё заплатить
 (по данным INCOSE, адаптировано к машиностроению)

Стадия обнаружения ошибки	Стоимость исправления
Техническое задание	×1 (единица отчета)
Проектирование	×5
Изготовление	×12
Испытание	×40
Эксплуатация	×250

В решении проблемы положительную роль может сыграть такой аспект системной инженерии, как датацентризм. Заключается он в том, что на протяжении всего жизненного цикла системы материальный (энергетический) поток сопровождается информационным потоком, значимость которого, в том числе и в устранении возможных проектных ошибок, чрезвычайно велика. Существенный вклад здесь внесет корректное моделирование систем.

В рамках изучения вышеназванного учебного курса моделируемость технических систем может реализоваться путем ознакомления с языками их архитектурного описания.

К примеру, SysML ([англ.](#) The Systems Modeling Language, язык моделирования систем) – предметно-ориентированный язык моделирования систем. Поддерживает определение, анализ, проектирование, проверку и подтверждение соответствия широкого спектра систем. SysML удобен тем, что первоначально разрабатывался в рамках проекта спецификации с открытым исходным кодом и имеет открытую лицензию для распространения и использования [7]. Возможности, предоставляемые языком:

- большая гибкость и выразительность за счет применения разнообразных типов диаграмм, в том числе диаграммы требований (для сбора требований) и параметрической диаграммы (для количественного анализа и анализа производительности). В результате становится возможным моделирование широкого спектра систем, которые могут включать оборудование, информацию, процессы и т.д.;

- компактность, его легкость изучения и применения, он избавлен от многих программно-ориентированных особенностей;

- язык для управления моделью поддерживает модели, представления и так называемые точки зрения, которые используются для создания представлений. Эти конструкции расширяют возможности SysML.

А вот Modelica – это объектно-ориентированный, декларативный, мультидоменный язык моделирования для компонентно-ориентированного моделирования сложных систем, в частности, систем, содержащих механические, электрические, электронные, гидравлические, тепловые, энергетические компоненты, а также компоненты управления и компоненты, ориентированные на отдельные процессы [8]. Она разработана некоммерческой организацией «Modelica Association», которая также

разрабатывает свободно распространяемую стандартную библиотеку «Modelica Standard Library», содержащую порядка 1400 типичных элементов моделей и 1300 функций из различных областей.

Таким образом, знакомясь в одном из разделов учебного курса «Автоматизированное проектирование робототехнических систем» с основными представлениями системной инженерии, с языками архитектурного описания, обучающийся готовит себя к эффективной работе в составе междисциплинарной команды проектировщиков сложной технической системы.

Список литературы:

1. Гуд, Г.Х. Системотехника. Введение в проектирование больших систем / Г.Х. Гуд, Р.Э. Макол. – Москва: Советское радио, 1962. – 384 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288–2005 «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», ISO/IEC 15288:2008 – System Life Cycle Processes. – М: Стандартинформ, 2006. – 57 с.
3. К вопросу об экономико-управленческих аспектах системотехнических процессов / А.А. Ксенофонтова, Л.Л. Самородова, О.В. Любимов. – В сб.: Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сборник материалов III Междунар. научно-практической конференции (10-11 августа 2016 года), Том I – Кемерово: ЗапСибНЦ, 2016 – С. 117-119.
4. Системная инженерия и её внедрение в образовательные программы Томского политехнического университета / П.С. Чубик, Н.Г. Марков, Е.А. Мирошниченко, Т.С. Петровская. – Известия ТПУ, 2013, № 5, том 323. – С. 176-181.
5. Процесс системной инженерии для формирования совокупности требований к образовательным программам / В.К. Батоврин. – Известия ЮФУ. Технические науки. 2014, № 6. – С. 94-101.
6. <http://ailev.livejournal.com/> [Электронный ресурс]
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SysML>
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Modelica>