

О обучении модельно-ориентированному проектированию систем управления в технических университетах

© В.И. Сивцов, Ю.З. Талукдер

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Обсуждаются методические принципы обучения модельно-ориентированному проектированию систем управления. На основе проектного менеджмента и систем поддержки и управления проектами предлагается командное обучение проектированию систем управления в визуальных инструментальных средах в технических университетах.

Ключевые слова: система управления, модельно-ориентированное проектирование, командная работа, командное проектирование.

Введение. В современных условиях разработка большинства высокотехнологичных продуктов невозможна без использования систем автоматизированного проектирования и моделирования. Системы автоматизированного проектирования, моделирования, средства разработки программного обеспечения и другие программные продукты в настоящее время должны комплексироваться таким образом, чтобы обеспечить единое информационно-инструментальное пространство [1] всем разработчикам. Наличие большого количества проектной информации и технические возможности доступа к ней и ее обработки требуют определенных приемов взаимодействия между членами команд проектировщиков. Проектирование любой системы автоматического управления всегда требует набора моделей объектов управления на разных этапах разработки, поэтому необходимо полное представление о том, как видит будущее изделие не только проектировщик САУ, но и каждый специалист, принимающий участие в проекте с позиции своей профессиональной отрасли.

Использование при синтезе законов управления только приближенных математических моделей, характеризующих, как правило, динамику объекта управления, может оказаться недостаточным, так как, во-первых, на разных этапах разработки приходится иметь дело с большим количеством моделей разной физической природы, что может повлечь за собой трудно устранимые ошибки и увеличение затрат времени и средств. Во-вторых, при синтезе могут не учитываться особенности конструкции и реализации алгоритмов, вследствие чего управление не будет обеспечивать заданных характеристик по запасам устойчивости и качеству. В-третьих, созданные таким образом имита-

ционные модели, синтезированные законы управления даже с использованием автоматизированной алгоритмической поддержки методов теории управления не всегда пригодны для использования в дальнейших стадиях реализации проекта, что требует дополнительных аналогичных работ. Применение модельно-ориентированного проектирования (МОП) не только визуализирует этапы процесса проектирования и реализации, но и формирует определенные стандарты. Это прежде всего типы данных информационно-инструментального пространства, способы обработки проектной информации и механизмы сотрудничества и взаимодействия специалистов из разных прикладных областей, принимающих участие в реализации проекта. Последнее является следствием технической реализации как самой среды разработки, так и особенностей исполнения моделей и их возможностей совместимости и взаимозаменяемости на уровне типов данных программных инструментальных сред, а также применением систем управления проектами.

По нашему мнению, существующие учебные планы по различным направлениям инженерной подготовки не позволяют эффективно осваивать учащимся МОП на практике. Большинство используемых учебных программ состоит лишь из теоретической подготовки и освоения программных продуктов или отдельных элементов информационно-инструментального пространства, применяемых для решения только задач, присущих данной предметной области инженерного знания. Этот подход может быть эффективен для большинства узких направлений специализации. Однако он становится недостаточным для подготовки специалистов по проектированию систем управления, так как сама система управления отдельно от объекта всегда является сложным программно-техническим комплексом. Кроме того, к задачам проектировщика САУ относится не только получение закона регулирования с заданными параметрами, но и решение многих задач реализации, что требует тесного взаимодействия проектировщиков САУ с другими участниками проекта. Последнее можно реализовать в условиях университета только при обучении проектированию в команде. С одной стороны, небольшое число членов команды не требует сложных специализированных систем поддержки проектов, и обучение командному проектированию возможно уже на уровне курсовых и дипломных проектов. С другой стороны, в этом случае самой трудоемкой задачей становится подготовка учебных материалов и заданий на проектирование с учетом командной работы. Задача является наиболее сложной, так как для ее решения требуется выработка единых стандартов на представление всех проектных материалов в рамках единого информационно-инструментального пространства, в котором предполагается осуществлять обучение.

Методические основы обучения командному проектированию САУ с использованием систем управления проектами. Использование систем управления проектами в реальном проектировании значительно облегчает решение многих организационных задач на разных уровнях и вместе с подходом МОП сокращает сроки выполнения проекта. Поэтому системы поддержки проектов разрабатывают специально для условий конкретной компании, занимающейся НИОКР, или в зависимости от типа разрабатываемой продукции. Зачастую подобные системы интегрируют с другими корпоративными системами, например ERP, CRM и т. п., которые являются готовыми приложениями. Это накладывает дополнительные условия на совместимость типов данных и способов их обработки не только в пределах инженерного инструментария, но и всех информационных систем предприятия. Поэтому, несмотря на сходство используемого программного обеспечения инструментария, особенности реализации информационно-инструментального пространства проектировщика при реальном проектировании в организации должны отличаться от аналогичных систем, с использованием которых предполагается осуществлять обучение.

При обучении командному проектированию система поддержки учебных проектов должна не только приближать выполнение курсовых и дипломных проектов к реальным, но и быть приспособленной для решения методических задач. Если в процессе реального проектирования деятельность проектировщиков осуществляется только по направлению от идеи до опытного образца, то перед осуществлением эффективного обучения этим видам деятельности необходимо решить обратную задачу. Это означает, что для известного класса объектов управления в заданных областях применения должны быть вновь разработаны или воспроизведены точные алгоритмы их создания с использованием визуального инструментария проектировщика в едином информационно-инструментальном пространстве. Это сложная методическая задача. Однако ее решение будет упрощаться с увеличением количества проектов, где применялось МОП, а также формированием информационно-инструментальных пространств на ведущих предприятиях в целом. Таким образом, система поддержки проектов для учебно-исследовательских целей должна состоять как минимум из двух подсистем:

- поддержки проектов, реализуемых в визуальных инструментальных средах, для решения задач обучения (воспроизводство реального процесса проектирования от идеи к прототипу — прямая задача);
- поддержки проектов учебно-методического материала на основе уже разработанных с применением МОП технических

средств (декомпозиция процесса проектирования реального изделия на шаги и их адаптация под конкретные учебно-методические задачи — обратная задача).

Следует отметить, что любой реальный проект, как правило, сопровождается определенным набором реализаций прототипов. При этом у прототипов всегда есть некая инвариантная составляющая, которая может иметь незначительные функциональные отличия. В нашем случае это система управления с ее аппаратно-программной реализацией. Поэтому при проектировании систем поддержки проектов для обучения командной работе необходимо учитывать многообразие моделей объектов управления из разных областей применения и возможности унификации поддерживаемых аппаратных средств с целью автоматической генерации кода синтезированных законов управления. Это означает, что при выборе реального проекта, на основе которого будет осуществляться обучение, следует избегать использования различного аппаратного обеспечения (специально созданные процессоры и нестандартная элементная база), коммуникационных интерфейсов (специфическая аппаратная реализация известного протокола и т. п.) или других технических средств, которые невозможно воспроизвести или они не поддерживаются визуальным инструментарием. Такая стратегия позволит упростить и ускорить создание учебно-методического материала и уменьшить затраты на приобретение дополнительного дорогостоящего программного или аппаратного обеспечения.

На начальных этапах обучения командному проектированию предлагается выработать принципы построения команды. Эффективное формирование команд играет одну из ключевых ролей в процессе обучения. Для этого предлагается использовать подходы проектного менеджмента.

Формирование команды проекта можно охарактеризовать как усилия, направленные на объединение обучающихся в группу, способную самостоятельно анализировать и реализовывать функциональные задачи проекта. Эффективное формирование команды, по нашему мнению, является первым этапом в достижении успешной реализации проекта и получении обучающимися наиболее качественных знаний и навыков в полном объеме.

Команда проекта — это коллектив специалистов, объединенных для достижения общих целей и решения поставленных перед ними задач в течение определенного промежутка времени. Каждый член команды должен обладать экспертными знаниями определенного уровня (в зависимости от года обучения) и выполнять определенные функции. При эффективном формировании может быть достигнута взаимозаменяемость.

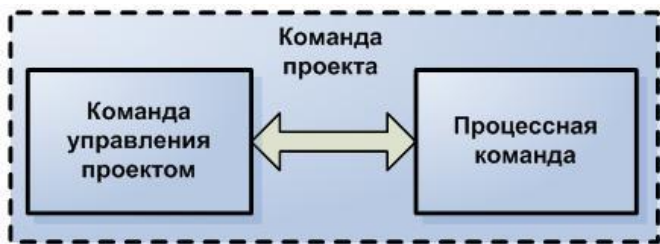


Рис. 1. Команда проекта

Команда проекта осуществляет активную поддержку процесса достижения целей проекта. Участники вовлечены в проект с самого начала и заинтересованы в поиске требуемых для проекта ресурсов.

Процессная команда — выполняет определенные задачи или работы. Совместное решение поставленных задач в ходе выполнения проекта позволяет создать высокоэффективную группу специалистов, способных включаться в проекты на любом этапе.

Команда управления проектом осуществляет координацию, мониторинг и контроль выполнения задач проекта. Результаты исполнения организационных и управленческих функций данной группы позволяют следовать стратегии проекта и реализовывать стратегические решения [2].

В случае учебного процесса в широком понимании в состав проектной команды входят обучающиеся, преподаватели и другие должностные лица, ответственные за организацию учебного процесса в университете. Поэтому модель проектной команды может быть конформна любой ныне существующей организационной структуре подразделения университета, непосредственно занимающейся подготовкой специалистов (кафедра или факультет). В узком понимании командой проекта можно считать группу студентов и научного руководителя, осуществляющего контроль исполнения проекта. При этом руководитель выполняет функции команды управления, а учащиеся являются процессной командой. Таким образом, для эффективного обучения командному проектированию необходимо выработать принципы построения именно процессной команды. Ее члены имеют разный уровень подготовки, знаний и навыков. Кроме того, в рамках выбранной специализации могут существовать различные направления, для освоения которых иногда требуются специальные навыки. Иными словами, для эффективного обучения необходимо уделять особое внимание подбору членов процессной команды.

Каждый человек независимо от его профессиональной специализации, рода деятельности, общественной позиции и других факторов имеет некий набор врожденных качеств, определяющих социотип

личности. Поэтому при формировании команды необходимо учитывать законы психологической совместимости. Для эффективного формирования команды с целью обучения необходимо иметь как можно больше информации о ее предполагаемых членах. Таким образом, в состав информационно-инструментального пространства должна входить система сбора и обработки данных о социотипах обучающихся, их профессиональных интересах, увлечениях и других качествах. Это поможет членам команды управления проектом наиболее эффективно подобрать членов процессной команды, совместимых психологически, учесть уровень знаний дисциплин, практические навыки и их личностные устремления в рамках выбранной профессиональной специализации. Это откроет возможности к раскрытию творческих начал и укреплению личностных качеств студента в процессе обучения, а также позволит расширить контакты и сделать отношения между обучающимися и преподавателями более открытыми и транспарентными.

Командная работа над проектом в таких условиях становится площадкой для интенсивного обмена навыками и опытом будущих специалистов, пробующих себя в роли профессионала, владеющего всеми современными технологиями проектирования и навыками построения эффективного сотрудничества со своими коллегами. Кроме того, работа в команде над проектом позволит взглянуть обучающимся на многие «скучные» теоретические курсы с другой стороны, что может резко повысить их успеваемость при применении основных традиционных форм обучения (лекции и семинары).

Реализация системы управления проектами для обучения командному проектированию. Система управления проектами на уровне программного обеспечения, используемого разработчиками, во многом повторяет аналогичные системы, применяемые при реальном проектировании. Однако существенным отличием является наличие системы поддержки проектов учебно-методического материала. Для создания подобной системы на основе используемого визуального инструментария проектировщика необходима формальная модель процесса МОП.

Нами разработана и предложена формальная модель процесса проектирования САУ на основе сети переходов и семантических сетей [3]. На основе интенциональной (общей) модели процесса проектирования предлагается создавать экстенциональные (частные) модели уже реализованных проектов на предприятиях и воссоздавать их в рамках информационно-инструментального пространства университета. В системе поддержки проектов учебно-методического материала должна присутствовать подсистема логического вывода, позволя-

ющая быстро получить всю необходимую информацию по проектам, и она должна иметь возможность интеграции с существующими электронными учебниками и другими интерактивными средствами обучения. Таким образом, в рамках системы поддержки проектов учебно-методического материала для обучения проектированию САУ предлагается на основе существующих теоретических учебных материалов и формальных моделей реальных процессов проектирования технических средств создавать процедурно-оформленные наборы проектировочных операций, выполняемых обучающимися в визуальной инструментальной среде.

Важными компонентами системы управления проектами для обучения командному проектированию являются подсистема сбора и обработки данных о социотипах предполагаемых членов будущей команды проектировщиков, а также средства моделирования интертипных отношений в создаваемой команде. Первую подсистему предлагается реализовать в форме веб-приложения, которое включает в себя элементы социальной сети для обучающихся и молодых специалистов.

Средства моделирования интертипных отношений в команде могут быть реализованы технически в любой удобной форме и должны иметь средства ограничения доступа к персональным данным. При этом наличие социальной сети для обучающихся и молодых ученых, а также их персональные страницы предполагается сделать доступными заинтересованным работодателям. Таким образом, при наличии подобных информационных средств университет помимо решения задач обучения будет являться своеобразным промоутером своей «продукции» — высококвалифицированных специалистов, придавая ей дополнительные конкурентные преимущества на рынке труда.

Выводы. Таким образом, для решения задач обучения командному МОП необходимы:

- выбор аппаратно-программных компонентов и создание информационно-инструментального пространства университета в соответствии с направлениями подготовки и специализацией;
- разработка информационной системы поддержки проектов, реализуемых в визуальных инструментальных средах;
- разработка физических и имитационных моделей технических средств и их элементов для использования их в процессе обучения с учетом специфики обучения по всем смежным направлениям подготовки;
- разработка методических материалов с учетом специфики созданного информационно-инструментального пространства;

- разработка и активное использование систем моделирования команд проектировщиков;
- привлечение ведущих представителей промышленного сектора для участия в учебных проектах и совершенствования системы подготовки специалистов.

Предложенный комплекс мер позволит университетам:

- наиболее эффективно использовать дорогостоящее лабораторное оборудование и программное обеспечение;
- отслеживать мировые тенденции в организации работы над большими проектами;
- обеспечить деятельностный подход к обучению и приблизить условия обучающихся к условиям реальной работы над проектом;
- создать единую систему стандартов для подготовки учебно-методического материала для обучения прикладным дисциплинам;
- усилить взаимодействие участников процесса проектирования по всем вопросам, представляющим взаимный интерес;
- увеличить приток финансового и интеллектуального капитала, способствующего инновационному развитию университета.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сивцов В.И., Талукдер Ю.З. О некоторых направлениях инновационных процессов в технических университетах. Гуманитарные технологии. *Вестник Академии технологических наук Российской Федерации*. Москва, 2010, № 0 (пилотный выпуск), с. 88–94.
- [2] Хвалев Е. *Практика формирования команды проекта, вебсайт Клуб IT профессионалов*. <http://proitclub.ru/2009/10/01/Практика-формирования-команды-проект/>
- [3] Талукдер Ю.З. Формализованное описание модельно-ориентированного проектирования САУ в визуальной инструментальной среде Mathworks Matlab. *Тр. и пленарные доклады участников конференции УКИ'12*. Электрон. текстовые дан. Москва, ИПУ РАН, 2012. 1 CD-ROM. ISBN 978-5-91450-100-3.

Статья поступила в редакцию 28.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Талукдер Ю.З., Сивцов В.И. Об обучении модельно-ориентированному проектированию систем управления в технических университетах. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 10. URL: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1091.html>

Сивцов Владислав Иванович родился в 1942 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Системы автоматического управления» МГТУ им. Н. Э. Баумана, автор свыше 60 научных работ.

Талукдер Юрий Зульфיקарович родился в 1985, магистрант кафедры «Системы автоматического управления» МГТУ им. Н. Э. Баумана, автор 5 научных работ. e-mail: ytalukdar@yandex.ru, yuri.talukdar@gmail.com