

9. Тимкин С.Л. Coursera – лидер движения массовых открытых онлайн-курсов (МООС) // <http://omsu.ru/page.php?id=4132>
10. Барбер М., Доннелли К., Ризви С. Накануне схода лавины. Высшее образование и грядущая революция // Вопросы образования. 2013. № 3 – с. 152-170

**АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ООП ТПУ НА СООТВЕТСТВИЕ
ПРИНЦИПАМ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Воронова Г.А., Ефременков Е.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail voronova@tpu.ru

**ANALYSIS OF TPU EDUCATION PROGRAMS CONTENT CORRESPONDING TO
SYSTEMS ENGINEERING PRINCIPLES**

Voronova G.A., Ephremenkov E.A.

National Research Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin av., b. 30, 634050

E-mail voronova@tpu.ru

Annotation. *Analysis of 25 Master education programs has been done. Three groups of technical Master education programs has been evaluated differ in content. As a result of analysis the integration of systems engineering principles in education master programs will be continued.*

Программы подготовки по системной инженерии (Systems Engineering Graduate Programs) сегодня реализуются в ведущих технических зарубежных вузах. Крупнейшие правительственные учреждения и ведущие мировые компании разрабатывают собственные руководства по системной инженерии и активно содействуют повышению квалификации в этой области своих сотрудников. В настоящий момент в России не реализуют полных программ подготовки по системной инженерии. Обзорный курс «Системная инженерия» читается сегодня в МФТИ, МИРЭА и МИСиС, в Уральском федеральном университете, в ТПУ (в двух магистерских программах). Таким образом, для Томского политехнического университета как одного из ведущих технических вузов России, в настоящее время существует необходимость обобщения своего и передового опыта подготовки элитных специалистов в плане введения отдельных модулей по системной инженерии в образовательные программы магистратуры, а также элементов (принципов, подходов, терминологии) системной инженерии в образовательные программы технического бакалавриата. Необходимо также планирование более высокой ступени развития системной инженерии в университете, а именно – проектирование и реализация полноценной образовательной подготовки специалистов в магистратуре по профилю «Системная инженерия». Для решения этих стратегически важных задач на первом этапе необходимо проведение анализа содержания ООП ТПУ на соответствие принципам системной инженерии. В первую очередь анализу необходимо подвергнуть содержание программ магистратуры, так как именно в этих программах можно детально

проследить формирование профессиональных компетенций системного, высокого уровня. На основании такого анализа отобрать программы, которые в наибольшей степени согласуются с системно-инженерным подходом к решению задач управления сложными процессами.

Международный совет по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE) определяет системную инженерию как «междисциплинарный подход и средства для создания успешных систем» [1]. Справочное руководство NASA по системной инженерии даёт следующую формулировку: «системная инженерия — робастный подход к проектированию, созданию и функционированию систем». Программы подготовки по системной инженерии для дипломированных специалистов (Systems Engineering Graduate Programs) сегодня реализуются более чем в двухстах зарубежных вузах. За последние 3 года по рассматриваемой тематике на английском языке издано более 50 учебных книг. Массачусетский технологический институт, являющийся одним из лидеров по подготовке системных инженеров, при реализации образовательных программ в этой области сотрудничает с более чем 20 крупнейшими мировыми компаниями, среди которых Amazon.com, Inc.; Boeing Company; Dell; Harley-Davidson; General Dynamics; General Motors; Honeywell; Intel; Nokia; Northrop Grumman; Novartis AG; Raytheon и т.д. Годовой бюджет этих программ по приблизительной оценке составляет около 100 млн. долларов [1].

Осознание необходимости унификации и актуализации практической направленности инженерного образования привело в 2004 г. к созданию инициативы CDIO (Массачусетский технологический институт и ряд крупных вузов Северной Европы). Основной принцип программы CDIO состоит в том, что инженерное образование должно вестись в контексте разработки и внедрения жизненного цикла продуктов и систем. Контекст инженерного образования предполагает создание культурной среды, в которой технические знания и личностные умения и навыки передаются, практикуются и осваиваются. Для сохранения и укрепления лидирующих позиций ТПУ как технического вуза существует необходимость развития образовательных программ с учетом мировых тенденций в практической направленности инженерного образования, а именно внедрение принципов и подходов системной инженерии в процесс обучения.

Результат анализа 25 ФГОС магистерских направлений подготовки в области техники и технологий

Анализ ФГОС и ООП магистерских программ ТПУ показал, что реализуемые в университете программы можно условно разделить на три группы.

Первая группа включает в себя 6 ООП, связанных с автоматизацией технологических процессов и IT-технологиями, к ней отнесены программы: 010400 «Прикладная математика и информатика», 220400 «Управление в технических системах», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств», 221400 «Управление качеством», 230100 «Информатика и вычислительная техника», 230400 «Информационные системы и технологии».

Программы первой группы в наибольшей мере отвечают требованиям подготовки магистров с компетенциями в области СИ. Магистранты изучают дисциплины, в которых им преподносятся основная терминология, понятия, методы и подходы, используемые в СИ (система, процесс, жизненный цикл продукта и т.п.). Частичная база закладывается на уровне предшествующей бакалаврской подготовки. При этом только в одной ООП по направлению 230400 «Информационные системы и технологии»

(Институт кибернетики ТПУ) уже введена на основе требований ФГОС титульная дисциплина «Системная инженерия». Более подробно рассмотреть объекты, виды профессиональной деятельности, а также формируемые компетенции в контексте отношения к принципам СИ можно именно на примере ООП 230400 «Информационные системы и технологии».

Для ООП 230400 «Информационные системы и технологии» характерно наличие прямых признаков отношения к СИ как в объектах, так и в видах профессиональной деятельности:

– *Объекты профессиональной деятельности:*

Информационные процессы, геоинформационные системы и технологии, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение; способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации геоинформационных систем и технологий.

– *Виды профессиональной деятельности:*

управление технологическими процессами;

разработка стратегии проектирования, определение целей проектирования, критериев эффективности, ограничений применимости;

прогнозирование развития информационных систем и технологий.

В общекультурных и профессиональных компетенциях также содержится прямое указание на объекты, процессы, функционирование и жизненный цикл сложных систем:

– *Общекультурные и профессиональные компетенции:*

подготовка заданий на проектирование компонентов информационных систем и технологий на основе методологии системной инженерии;

нахождение компромисса между различными требованиями (стоимости, качества, сроков исполнения) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании, нахождение оптимальных решений;

разработка и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования этих объектов;

разработка и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях.

Вторая группа объединяет 10 ООП (141100 «Энергетическое машиностроение», 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника», 140400 «Электроэнергетика и электротехника», 150700 «Машиностроение», 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машино-строительных производств», 200400 «Оптотехника», 200100 «Приборостроение», 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 221700 «Стандартизация и метрология», 210100 «Электроника и нанoeлектроника», 222000 «Инноватика»), направленных на формирование компетенций, необходимых для создания, эксплуатации и сервисного обслуживания устройств, аппаратов и агрегатов. Для программ, входящих в эту группу справедливы утверждения:

– ООП обеспечивают подготовку магистров, которые потенциально готовы применять СИ в своей профессиональной деятельности;

- ООП отличается сравнительно большой проектной практикой, почти во всех ООП этой группы представлены дисциплины профессионального цикла, где закладываются основы, знания и навыки проектирования, конструирования, дизайна, а в отдельных случаях элементы системного анализа;
- Из бакалаврской подготовки магистранты выносят опыт проектирования объектов профессиональной деятельности, однако как в ООП магистратуры, так и в предшествующей подготовке они практически не погружены в предмет СИ.

Третья группа включает в себя девять ООП магистратуры (150100 «Материаловедение и технология материалов», 240100 «Химическая технология», 011200 «Физика», 131000 «Нефтегазовое дело», 201000 «Биотехнические системы и технологии», 280100 «Природообустройство и водопользование», 280700 «Техносферная безопасность», 020700 «Геология», 022000 «Экология и природопользование»). Особенности программ третьей группы являются:

- Общим и доминирующим признаком этой группы ООП является направленность на формирование компетенций, связанных с технологическими процессами и явлениями, относящимися к естественным наукам;
- Магистерские программы ориентированы на анализ процессов, проектирование и управление ими в сфере технологий;
- Как и ООП второй группы, они не закладывают значимого базиса для системной инженерии.

Заключение

При анализе 25 ФГОС магистерских направлений подготовки в области техники и технологий можно констатировать следующее:

- требования ФГОС к подготовке магистров в области техники и технологий в той или иной мере включают в себя элементы и терминологию СИ;
- ни один ФГОС прямо или косвенно не противоречит подходам, принципам и стандартам СИ;
- объекты и виды профессиональной деятельности магистров, реализуемых в ТПУ направлений подготовки в области техники и технологий, напрямую связаны с СИ, жизненными циклами систем и объектов, управлением и предвидением изменений в области сложных систем. В меньшей мере это относится к профессиональным компетенциям магистров.

Результаты анализа дали возможность продолжить целенаправленную работу. С 2012 г. в ТПУ создана рабочая группа по разработке и внедрению в магистерские программы подходов и принципов системной инженерии. Проект «Разработка Программы модернизации ООП университета в соответствии с принципами системной инженерии» выполнен в рамках мероприятия 1.1 программы развития ТПУ в 2012 г. В результате выполнения проекта в первый год удалось выполнить задачи:

- Подготовлен аналитический обзор «Системная инженерия и задачи инженерной подготовки в ТПУ» [1];
- Разработаны две рабочие программы дисциплины «Системная инженерия»: для магистерской программы 230400 «Информационные системы и технологии» (доцент кафедры ВТ Мирошниченко Е.А.), для магистерской программы 141100 «Энергетическое машиностроение» (доцент кафедры ПГС и ПГУ Тайлашева Т.С.). В 2012/2013 учебном году дисциплина «Системная инженерия» включена в учебные планы подготовки магистров по двум указанным направлениям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марков Н.Г., Заворин А.С., Мирошниченко Е. А., Заворин А.С., Тайлашева Т.С., Петровская Т.С., Кудинов А.В., Юнак А.Л., Воронова Г.А. Аналитический обзор «Системная инженерия и задачи инженерной подготовки в ТПУ». – Томск: ТПУ, 2012. – 37 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТВОРЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Ботыгин И.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: bia@tpu.ru

METHODOLOGY SUPPORTING COGNITIVE ACTIVITY IN STUDENTS CREATIVE PROJECTS

Botygin I.A.

National Research Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: bia@tpu.ru

Annotation. *Scrum-described software development methodology small student teams within the discipline of "Creative project" in "Computer Science and Engineering." It is shown that the iterative technology flexible software development projects based on the principles of system analysis and design international standards, ideally support the structure and content of the set active practice of students that will be formed from them in the process of studying this discipline.*

Аннотация. *Описывается Scrum-методология разработки программного обеспечения небольшими студенческими командами в рамках дисциплины «Творческий проект» по направлению «Информатика и вычислительная техника». Показано, что гибкая итеративная технология разработки программных проектов на основе принципов системного анализа и международных стандартов проектирования идеально поддерживают структуру и содержание набора активностей студентов (практик), которые будут сформированы у них в процессе изучения этой дисциплины.*

В образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника», начиная с плана приема 2012 года, введена учебная дисциплина «Творческий проект». Дисциплина изучается три семестра без аудиторных занятий. Специфика направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» практически сразу предопределила форму, методику и способы проведения занятий по указанной дисциплине, в основе которых лежит методология разработки программного обеспечения сложных информационных систем. Безусловно, спектр методологий проектирования и разработки программного обеспечения очень обширный. Не претендуя на всеобъемлющий обзор и анализ подобных методологий, отметим, что здесь универсальных решений