

ПРАКТИКА МОДЕРНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

КОВАЛЕВ Игорь Владимирович – д-р техн. наук, профессор, ректор, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. E-mail: kovalev.fsu@mail.ru

ЛОГИНОВ Юрий Юрьевич – д-р физ.-мат. наук, профессор, проректор, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. E-mail: loginov@sibsau.ru

ЗЕЛЕНКОВ Павел Викторович – канд. техн. наук, доцент, проректор, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. E-mail: zelenkow@rambler.ru

***Аннотация.** Обсуждается внедрение в учебный процесс технологии проектно-ориентированного обучения студентов при реализации уникального проекта по разработке и созданию серии студенческих малых космических аппаратов. Инновационные технологии обучения развиваются в Сибирском государственном аэрокосмическом университете в кооперации со стратегическими партнерами – АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» и Красноярским научным центром Сибирского отделения Российской академии наук. Студенты с третьего курса принимают участие во всех этапах создания спутников – от разработки проектной документации до управления аппаратом на орбите. Проект создания студенческого спутника разбит на 12 направлений. Научная работа каждого студента в команде относится к одному из этих направлений. При переходе на старший курс студент становится наставником для студентов младшего курса, передавая им опыт своей работы. Реализация проекта позволяет определить самых лучших студентов, из которых впоследствии получают наиболее компетентные и ответственные специалисты.*

***Ключевые слова:** инженерное образование, проектно-ориентированное обучение студентов, студенческий малый космический аппарат*

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М.Ф. Решетнева – один из ведущих российских вузов в области аэрокосмических технологий. Программы подготовки специалистов сочетают учебный процесс, научно-исследовательскую работу и производственную практику студентов на ведущих российских космических предприятиях. Университет реализует инновационные образовательные программы и выполняет научные исследования в тесном сотрудничестве со стратегическими партнерами – АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева (АО «ИСС») и Красноярским научным центром Сибирского от-

деления Российской академии наук (КНЦ СО РАН), совместно с которыми созданы кафедры, научно-образовательные лаборатории и исследовательские центры. Особое место в этой деятельности занимают научно-образовательные центры (НОЦ): «Институт космических исследований и высоких технологий»; «Космические системы и технологии»; «Замкнутые космические системы» и «Ракетно-космические технологии», организованные по тематике основных научных направлений развития университета [1].

В последнее время в СибГАУ активно развивается интегрированная система подготовки инженерных кадров для аэрокос-

мической промышленности в Сибири с использованием инновационной технологии проектно-ориентированного обучения студентов при реализации уникального проекта по разработке и созданию серии научно-образовательных малых космических аппаратов. Цели и задачи проекта:

- развитие интегрированной системы инженерного образования (системы дистанционного обучения, проведение лабораторных практикумов с использованием наземных станций управления микроспутниками и др.);

- внедрение проектно-ориентированной технологии обучения при формировании профессиональных компетенций специалистов космической отрасли (участие студентов в проектировании и изготовлении космических аппаратов, служебных систем и научных приборов);

- научные эксперименты в космосе (разработка методов космического мониторинга природных ресурсов Земли, применение в космосе многофункциональных наноматериалов, высокотемпературных сверхпроводников и других интеллектуальных материалов);

- технологическая отработка и получение летной квалификации для перспективных служебных систем, приборов и элементов космических аппаратов (систем ориентации и стабилизации, электроснабжения, терморегулирования и других с увеличенным сроком активного существования).

Работа по созданию серии технологических научно-образовательных малых космических аппаратов (МКА) и проведению научно-технологических экспериментов в космосе выполняется командой студентов, аспирантов, молодых ученых вуза, а также специалистов АО «ИСС» на базе НОЦ «Космические системы и технологии». Материальная база НОЦ позволяет проводить сборку и испытания механических систем МКА, вакуумные и климатические испытания и исследования электронного оборудования космических аппа-

ратов, выпускать прототипы изделий электронной техники.

Программа предоставила студентам и аспирантам уникальную возможность лично принять участие в разработке, проектировании и сборке спутников, в отработке новых инженерных решений, создании элементов космических систем и проведении экспериментов в космосе. В 2009 г. запущен первый МКА «Юбилейный». Одной из задач разработанной в АО «ИСС» унифицированной платформы этого космического аппарата является обеспечение условий для проведения образовательных и научно-технических экспериментов в космосе. Телеметрические данные с приборов принимаются, обрабатываются и накапливаются в студенческом Центре управления полетами СибГАУ. Благодаря запуску малого космического аппарата «Юбилейный» удалось решить ряд научно-исследовательских, экспериментальных и образовательных задач, в частности:

- введена в действие информационная программа, посвященная важнейшим этапам освоения космического пространства (речевые сообщения, слайды в формате SSTV, имитация сигналов первого ИСЗ);

- созданы условия для использования информации с малого КА ведущими вузами России в учебно-образовательных целях;

- проведены научно-технологические эксперименты и обеспечена летная квалификация перспективных приборов.

На втором малом космическом аппарате – «Михаил Решетнев» (МиР), который также находится на орбите, апробируются пять новых университетских разработок. Студенты СибГАУ спроектировали и изготовили: бортовой компьютер, блок управления питанием полезной нагрузки, камеру дистанционного зондирования Земли и углоковый лазерный отражатель, предназначенный для измерения расстояния от космического аппарата до Земли. Назначение приборов – отработка в космосе ново-

го блока управления и цифровой линии передачи информации дистанционного зондирования Земли. МКА «МиР» проектировался на базовой платформе МКА «Юбилейный» с расширенными массово-энергетическими характеристиками. Все организации, принимавшие участие в разработке и создании МКА, приобрели значимый научно-технический задел на будущее и внесли свой вклад в подготовку инженерных кадров для ракетно-космической отрасли России.

Кроме научно-технических и экспериментальных задач, малые космические аппараты были призваны выполнить ещё одну, не менее важную функцию. С их помощью впервые была проведена подготовка инженерных кадров на основе проектно-ориентированной технологии обучения. Студенты принимали участие на всех этапах создания спутников – от разработки проектной документации до управления аппаратом на орбите. Реализация проекта позволила определить самых лучших студентов, которые не только в учебное, но и в свое свободное время с удовольствием работали в лабораториях. Как показывает практика, именно из таких ребят впоследствии получают наиболее компетентные и ответственные специалисты.

Всего в проекте одновременно участвуют студенты 3–5-х курсов следующих специальностей и направлений: «Системы управления летательными аппаратами», «Ракетные комплексы и космонавтика», «Геодезия и дистанционное зондирование», а также «Маркетинг» и «Менеджмент высоких технологий». За каждым студентом, проходящим научно-исследовательскую практику в НОЦ «КСТ», закреплено два научных руководителя – один со стороны СибГАУ, другой – из числа ведущих специалистов АО «ИСС».

Проект создания студенческого спутника разбит на 12 направлений – по числу основных подсистем космического аппарата (система терморегулирования, электропи-

тания, ориентации и т.д.). Ещё одно направление – разработка приборов полезной нагрузки спутника и постановка научно-образовательных экспериментов в космосе. Научная работа каждого студента в команде относится к одному из этих направлений. При переходе на старший курс студент становится наставником для студентов младшего курса этого же направления, передает ему опыт своей работы.

Конечным результатом выполнения студентом курсовых работ и далее дипломного проекта по своему направлению является разработка и изготовление реального устройства или элемента прибора космического аппарата, который будет установлен на борт спутника и запущен в космос. Телеметрические данные со студенческого прибора впоследствии принимаются в Центре управления полетами СибГАУ. После защиты дипломного проекта студент гарантированно принимается на работу в АО «ИСС» в отдел, где работает его научный руководитель, имея уже большой задел и опыт практического проектирования. Одновременно выпускник может поступить в аспирантуру СибГАУ. Общая схема проектно-командной подготовки приведена на *рисунке 1*.

Для управления проектом разработан интернет-портал (www.smka.sibsau.ru) и система менеджмента проектов, которые позволяют дистанционно координировать реализацию межвузовских проектов, объединяя студентов из разных городов.

Технология проектно-командного обучения обеспечивает высокое качество подготовки специалистов, гарантирует выпускникам конкурентные преимущества на рынке труда и их эффективную работу на предприятиях отрасли и других высокотехнологичных производствах. Как правило, к завершению обучения большинство выпускников трудоустроены по профилю полученной специальности. О высоком уровне подготовки свидетельствуют регулярно получаемые нашими студентами командные

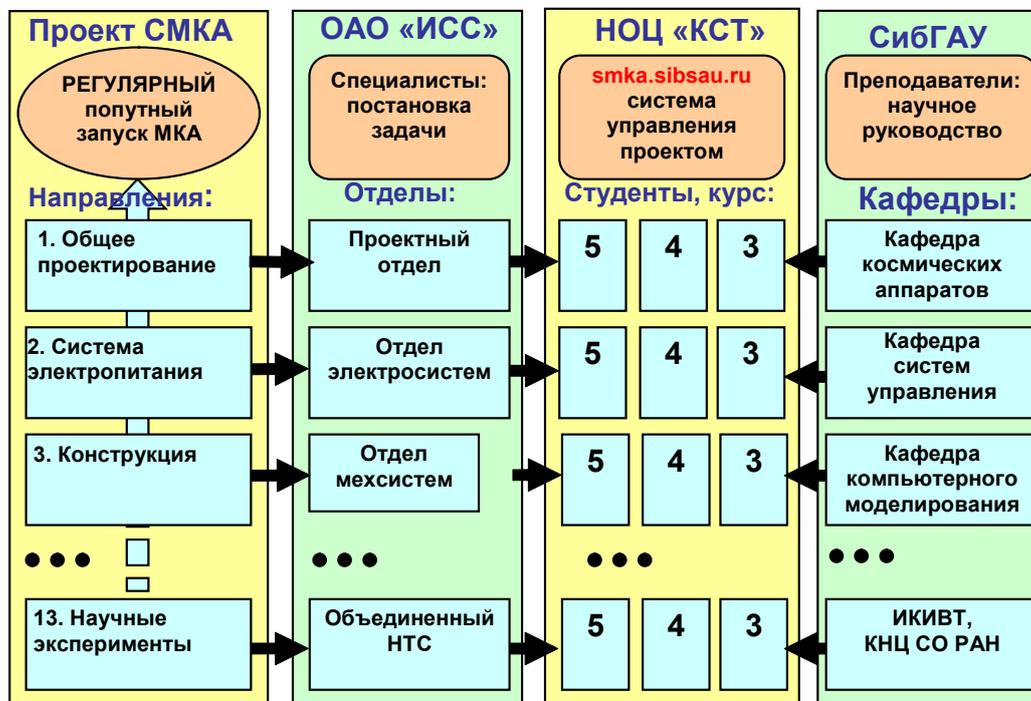


Рис. 1. Схема проектно-ориентированной подготовки инженеров

и индивидуальные призовые места во все-российских конкурсах и олимпиадах по различным дисциплинам: теоретической механике, сопротивлению материалов, программированию, компьютерной графике, менеджменту, безопасности информационных технологий и др.

Контроль над функционированием малых космических аппаратов осуществляет Центр управления полетами, созданный в СибГАУ. Студенты в режиме реального времени принимают телеметрическую информацию с аппарата, учатся ее расшифровывать и управлять спутником. Студенческий ЦУП оснащен приемо-передающим программно-аппаратным комплексом, который позволяет в режиме реального времени осуществлять управление полетом университетских малых космических аппаратов в автоматическом и ручном режимах. Студенты ракетно-космических специальностей на учебных занятиях имеют уникальную возможность непосредственно

осуществлять управление российскими МКА («Юбилейный», «Можаяец», «Чибис» и перспективными – «Михайло Ломоносов» и «Бауманец 2») и спутниками Берлинского технического университета (DLRSAT, TUBSAT), принимать и обрабатывать телеметрическую информацию.

В центре также проходят учебные занятия на программном имитаторе современного телекоммуникационного КА «Экспресс-АМ», который полностью моделирует работу всех служебных подсистем спутника, используется для опытной отработки бортового комплекса управления и обучения работе с реальным КА (совместная разработка специалистов СибГАУ и АО «ИСС»). Студенческий ЦУП СибГАУ выполняет важную роль наземного сегмента создаваемой университетом с партнерами орбитальной группировки технологических и научно-образовательных МКА.

Для решения прикладных научных задач наблюдения и определения параметров

орбит космических аппаратов, поиска астероидов в университете функционирует Центр исследования космического пространства и обсерватория с двумя телескопами. На этой базе организован учебный процесс для студентов естественнонаучных и технических специальностей, ведутся наблюдения и исследования в области астрономии в сотрудничестве с Государственным астрономическим институтом имени П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова и Институтом астрономии РАН.

На ближайшие три года совместно с АО «ИСС» определена совместная программа, предусматривающая участие СибГАУ в разработке и создании спутниковой навигационной группировки ГЛОНАСС, студенческого МКА, телекоммуникационного спутника серии ЭКСПРЕСС, низкоорбитального спутника связи серии ГОНЕЦ, сельскохозяйственного спутника «КОСМОС-СХ» и в перспективе – участие в многоцелевой системе «Арктика». В области развития и совершенствования элементов и узлов космических аппаратов университет активно участвует в разработке и испытаниях перспективных интегрированных бортовых комплексов управления на основе «Системы на кристалле», в совершенствовании бортовой системы электропитания космических аппаратов, разработке крупногабаритных трансформируемых конструкций КА.

В НОЦ «Замкнутые космические системы» осуществляется подготовка научных и инженерных кадров для разработки научных и технологических основ функционирования нового поколения систем жизнеобеспечения на базе уникального сооружения БИОС-3, созданного для имитации массообменных процессов высокой степени замкнутости применительно к стационарным космическим станциям типа Луна, Марс, длительных космических полетов [2; 3]. Совместно с Институтом биофизики СО РАН осуществляется организация учебного процесса по естественнонаучным, техническим и специальным дисциплинам, орга-

низация специальных практикумов, выполнение научно-исследовательских курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций, подготовка аспирантов и инженерных кадров по системам жизнеобеспечения.

Важнейшим элементом принятой в вузе системы подготовки инженерных кадров является интеграция университета с институтами РАН. Создание НОЦ «Институт космических исследований и высоких технологий» позволило к имеющейся системе «завод – втуз» добавить систему обучения, сочетающую освоение теоретического базиса с научной работой в академических учреждениях, что отражено в учебных планах соответствующих специальностей. В рамках этого НОЦ студенты участвуют в разработке научных основ технологии выращивания наногетероструктур в условиях глубокого вакуума с целью создания новых материалов и структур солнечной энергетики.

При выполнении научно-образовательных космических проектов успешно развивается межвузовское взаимодействие с аэрокосмическими вузами. Каждый из участников, решая свои специфические задачи, вносит в общую копилку свой опыт и свои наработки. Межвузовское партнерство способствует решению широкого круга задач и обеспечивает повышение уровня профессиональной подготовки студентов различных специальностей. Обсуждаются вопросы совместной разработки и изготовления спутника, его служебных систем, специального и научного оборудования. Ведется совместное управление полетом спутника, получение и использование спутниковой информации в учебном и научно-исследовательском процессах.

Значительный потенциал вузовской науки в сочетании с творческой энергией, нестандартным мышлением студентов и хорошим владением ими современными компьютерными технологиями могут дать новый импульс развитию отечественной кос-

монавтики. Кроме того, непосредственное участие студентов в практических работах по проектированию, изготовлению, испытанию, подготовке к запуску и управлению полетом научно-образовательных спутников значительно повышает уровень профессиональной подготовки специалистов для работы в космической промышленности, сокращает риски ухода молодых специалистов в другие сферы деятельности. Практический опыт, полученный студентами в процессе работы по созданию университетских спутников, значительно сокращает сроки их адаптации к выполнению конкретных производственных задач на предприятиях космической промышленности и в целом – период становления молодого специалиста как авторитетного члена трудового коллектива.

Выводы

Таким образом, на базе научно-образовательных центров создана успешная интегрированная система подготовки кадров для космической промышленности с использованием оригинальных технологий проектно-ориентированной работы студентов, сохраняющая баланс между новшествами и традициями, между обучением и научными исследованиями в сочетании с гибкостью в построении образовательной траектории. Технология проектно-ориентированного обучения обеспечивает высокое качество подготовки инженеров, гаран-

тирует выпускникам университета конкурентные преимущества на рынке труда и их эффективную работу на предприятиях отрасли и других высокотехнологичных производствах.

Динамичное развитие вуза и повышение качества подготовки специалистов обеспечивается постоянным совершенствованием учебного процесса, внедрением современных образовательных технологий, развитием фундаментальных и прикладных научных исследований и их использованием в образовательной деятельности.

Литература

1. Kovalev I.V., Loginov Y.Y., Zelenkov P.V. Aerospace university activity for the development of information and telecommunication and space technologies using the mechanisms of technological platforms // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2015. Vol. 70. 012010. doi:10.1088/1757-899X/70/1/012010.
2. Ковалев И.В., Логинов Ю.Ю. Инновационная деятельность вуза в области космических средств и технологий // Высшее образование в России. 2011. № 6. С. 16–21.
3. Tikhomirov A., Ushakova S., Kovaleva N., Lamaze B., Lobo M., Lasseur C. Biological life support systems for a Mars mission planetary base: Problems and prospects // Advances in Space Research. 2007. Vol. 40. No. 11. P. 1741–1745.

Статья поступила в редакцию 31.03.2015

TRAINING OF ENGINEERS USING THE PROJECT-ORIENTED TEACHING

KOVALEV Igor V. – Dr. Sci. (Technical), Prof., Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: kovalev.fsu@mail.ru

LOGINOV Yuriy Y. – Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: loginov@sibsau.ru

ZELENKOV Pavel V. – Cand. Sci. (Technics), Assoc. Prof., Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: zelenkov@rambler.ru

Abstract. The article focuses on issue of implementation of the project-and-team education technology in the educational process within the framework of a unique project aimed at developing and creation of a series of student small spacecraft. Innovative learning technology developed at the Siberian State Aerospace University in cooperation with strategic partners –

JSC «Information Satellite Systems» named after academician M.F. Reshetnev» and Krasnoyarsk Scientific Center of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Starting with the third-year of studying, students take part in all stages of satellite constructing - from the development of project documentation to the control of the apparatus in orbit. The student satellite project is divided into 12 directions. The scientific work of each member of a student team belongs to one of these directions. When passing to the following year of study student becomes tutor for younger students engaged in the same section of work. The project helps to identify the best students who are expected to become the most competent and responsible professionals.

Keywords: engineering education, aerospace industry, project-oriented education, students' research work, students' small spacecraft

References

1. Kovalev I.V., Loginov Y.Y., Zelenkov P.V. (2015) Aerospace university activity for the development of information and telecommunication and space technologies using the mechanisms of technological platforms. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 70, 012010. doi:10.1088/1757-899X/70/1/012010.
2. Kovalev I.V., Loginov Y.Y. (2011) [Innovative activities of the university in the field of space means and technologies]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia]. No. 6, pp. 16-21. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Tikhomirov A., Ushakova S., Kovaleva N., Lamaze B., Lobo M., Lasseur Ch. (2007) Biological life support systems for a Mars mission planetary base: Problems and prospects. *Advances in Space Research*. Vol. 40, no. 11, pp. 1741-1745.

The paper was submitted 31.03. 15.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ ПРОГРАММ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В СЕТЕВОЙ ФОРМЕ

ДОЖДИКОВ Антон Валентинович – канд. полит. наук, зам. директора Центра перспективных разработок в сфере образования, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». E-mail: antondnn@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности и перспективы, связанные с реализацией образовательных программ высшего образования в сетевой форме, и, одновременно, – возросшие угрозы имитации образовательной деятельности для недобросовестных «провайдеров» образовательных услуг. Очерчивается круг проблем и вопросов, связанных с оценкой, экспертизой и государственной аккредитацией таких программ.

Ключевые слова: высшее образование, сетевая форма реализации образовательных программ, государственная аккредитация, качество образования, электронные образовательные технологии

Ряд вопросов, касающихся организации сетевой формы реализации образовательных программ, уже стал предметом обсуждения в научной литературе. Она рассматривается в исторической ретроспективе,

при этом отмечается, что «существующие модели взаимодействия опираются на имеющийся иностранный опыт и определенные российские наработки, которые пока не состыкованы на уровне методик, алгорит-