УДК 378.1

DOI: 10.15593/2224-9389/2017.3.12

**А.Л. Галиновский, Ю.В. Баданина,
В.А. Моисеев**

Получена: 04.07.2017
Принята: 08.08.2017
Опубликована: 30.09.2017

Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
(Национальный исследовательский университет),
Москва, Российская Федерация

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОРТРЕТ СПЕЦИАЛИСТА В НОВЫХ МОДЕЛЯХ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Рассматриваются перспективы модернизации инженерно-технического образования за счет внедрения моделей, основанных на проектно-ориентированном образовании и научно-образовательных центрах как точках роста науки и образования в современном университете. Приводится краткий обзор моделей инженерного образования, и раскрываются их особенности. Предлагается сравнительный анализ характеристик компетентностного портрета инженера в условиях реализации двух рассмотренных моделей подготовки инженерных кадров.

Выбор данных моделей объясняется тем, что в настоящее время ведущие университеты мира осуществили или осуществляют переход на новые формы организации подготовки инженерных кадров. В содержании образования за рубежом в последнее время делается акцент на формирование информационных, научно-творческих и исследовательских компетенций.

Причины этого связаны с необходимостью генерировать инновационные знания и идеи, реализовывать их на практике, сталкиваясь с целой совокупностью новых инженерно-технических задач, требующих решения. В связи с этим необходимо перейти на новые модели инженерного образования, которые бы позволили осуществлять подготовку специалистов новой формации.

При разработке в новых моделях инженерного образования большое внимание уделялось вопросам ранней профессиональной ориентации учащихся школ и погружения их в университетскую образовательную среду на предварительных этапах обучения в системе высшего образования. Представленные в статье материалы, связанные с переходом на новые модели подготовки инженеров, проходят апробацию на кафедре СМ-12 «Технологии ракетно-космического образования» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Результаты исследований будут полезны специалистам в области организации и управления образовательным процессом в отечественных университетах инженерно-технического профиля.

Ключевые слова: *проектно-ориентированное образование, модели инженерного образования, компетентностный портрет инженера, научно-образовательные центры.*

A.L. Galinovsky, Yu.V. Badanina, V.A. Moiseev

Received: 04.07.2017

Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation

Accepted: 08.08.2017

Published: 30.09.2017

COMPETENCE-BASED PORTRAIT OF A SPECIALIST IN NEW MODELS OF ENGINEERING EDUCATION

The article discusses the prospects of modernizing engineer education by introducing models based on project-oriented education and scientific-educational centers, as growing points of science and education at a modern university.

A brief overview is provided of models of engineer education, their features are unveiled. A comparative analysis of the characteristics of an engineer's competence portrait within the two models of engineer training is performed.

The choice of these models is explained by the fact that currently the world's leading universities have already carried out or make a transition to new forms of organization of engineer education. The content of education abroad has recently incorporated information, scientific-creative and research competences.

The reasons for this relate to the need of generating innovative knowledge and ideas, implement them in practice to solve a combination of new engineering and technical problems. In this regard, it is necessary to switch to new models of engineer education that would train professionals of the new type.

When developing new models of engineer education much attention is focused on the early professional orientation of senior pupils and their involvement in educational university environment at the preliminary stages of higher education.

The materials concerning transition to the new model of engineer training are being tested at the SM-12 Rocket and Space Technology Education Department, Bauman Moscow State Technical University (Russia).

The results of the research may prove useful to professionals in the field of organization and management of the educational process at domestic universities of engineering profile.

Keywords: *project-oriented education, models of engineer education, competence-based portrait of an engineer, scientific-educational centers.*

Под инженерной деятельностью и соответствующей ей квалификацией будем понимать высокую степень готовности к проведению совокупности мероприятий, связанных с решением сложных наукоемких инновационных инженерных задач. Для современного специалиста высокотехнологичного предприятия должны быть характерными способность и готовность решать комплексные нестандартные инженерные задачи, проектировать и конструировать сложные технические объекты с учетом требований всех показателей качества и объективно оценивать полученные результаты. Очевидно, что каждая область инженерной деятельности обладает специфическими особенностями, но важным для современного инженера является сформированность компетенций, которые позволят решать постоянно меняющиеся креативные инновационные задачи, творчески подходить к их анализу и проработке, восполнять недостающие знания самоподготовкой и непрерывным повышением своей квалификации.

Для достижения этих показателей необходимо переходить на новые модели инженерного образования. Цементирующей основой этих моделей может быть, во-первых, проектно-ориентированное образование (ПОО), во-вторых, научно-образовательные центры (НОЦ). Причем эти модели могут внедряться в систему технического университетского образования как по отдельности, так и комбинированно-совместно. [1; 2]

Прообразом модели ПОО являются стандарты CDIO [3; 4], а сама идеология разработана в Массачусетском технологическом университете [5; 6]. В основе ПОО лежит принцип прохождения этапов жизненного цикла изделия, который обеспечивает выполнение последовательности: «задумка – проектирование – реализация – управление». Особенностью модели ПОО является то, что она включает в себя учебные задания, выполняя которые, студенты помимо дисциплинарных знаний приобретают личностные компетенции, навыки межличностного взаимодействия, а также умения создавать новые продукты и системы, творчески подходить к решению сложных и разнообразных технических задач [7; 8].

Организационная структура модели ПОО в виде принципиальной схемы-представления приведена на рис. 1 [9].

Подготовка в рамках модели НОЦ [10; 11; 12] ставит своей целью вовлечение учащихся в реальные научно-технические проекты, реализуемые в соответствующем центре. В качестве примера в МГТУ им. Н.Э. Баумана функционируют такие НОЦ, как «Ионно-плазменные технологии», «Фотоника и ИК-техника», «Композиты России», «Функциональные микро/наносистемы», «Разумный город» и многие другие.

Рис. 1. Структура модели инженерного образования ПОО

В результате реализации данной модели можно добиться высокой интеграции процессов проведения исследований и разработок с подготовкой квалифицированных кадров по перспективным направлениям науки и техники, осуществлять подготовку кадров высшей квалификации, проводить повышение квалификации специалистов отрасли и профессорско-преподавательского состава. Во время обучения студент принимает активное участие в выполнении научной тематики, заказчиками которой являются представители высокотехнологического сектора экономики.

Имеющаяся материально-техническая база НОЦ позволяет организовать образовательный процесс и, прежде всего, его практическую составляющую (лабораторные работы, практикумы и др.) на высоком техническом уровне. Кроме того, НОЦ обладают тем материальным и финансовым потенциалом, который может быть использован в деле привлечения к сотрудничеству ведущих научно-педагогических коллективов и научных школ.

В НОЦ сформирована творческая среда инженерного образования, в которой преподаются, усваиваются и применяются на практике технические знания и практические навыки.

Организационная структура модели НОЦ представлена на рис. 2 [9].

В связи с наличием общих элементов моделей (см. рис. 1, 2) можно говорить о возможности и целесообразности внедрения обеих моделей образования. При этом каждая из моделей может занять определенную нишу в системе подготовки кадров.

В технических университетах целесообразно создавать условия для того, чтобы каждая из предложенных моделей могла функционировать на равных условиях. Это обеспечит гибкость подготовки кадров, создаст мультиобразовательную среду, в которой любой учащийся найдет свою нишу для самореализации и саморазвития. Главным преимуществом такого подхода может стать повышение конкурентоспособности вуза и его привлекательности для работодателей.

Для модели НОЦ с ее значимой научной составляющей приоритет следует отдать уровню магистерской подготовки.

Для модели ПОО предпочтительным является уровень бакалавриата и специалитета.

Но это распределение достаточно условное. Так, в частности, проектное образование [13; 14] может эффективно работать и на уровне магистратуры с условием, что уровень решаемых проблем будет достаточным для подготовки и написания магистерской, а в перспективе и кандидатской диссертации, при этом тематика проекта тесно связана с заказами на нее со стороны профильных работодателей, подтверждая тем самым практическую значимость исследований и их прикладной характер.

Рис. 2. Структура модели НОЦ

Особенности содержания образования по каждой из моделей зависят от требуемого компетентностного портрета специалиста, их отличительная особенность состоит в совокупности некоторых признаков (таблица).

Необходимо отметить, что поскольку в основе инженерной деятельности лежит проектно-конструкторская компетентность, вопросам ее формирования следует уделять особое внимание. Она должна присутствовать в обеих моделях образования. Для модели НОЦ ее акценты смещаются в сторону

Компетентностный портрет инженера для рассматриваемых моделей инженерного образования

Компетентностный портрет инженера		
	1. Модель ПОО	2. Модель НОЦ
Особенности портрета	Модель позволяет достаточно эффективно развивать навыки самостоятельной работы. Предполагается, что цель является определенной и требует выполнения ряда заранее сформулированных задач, каждая из которых выполняется самостоятельно каждым участником.	В основу положен развивающий подход, при этом конечный результат деятельности точно не определен. Цель и задачи могут изменяться по ходу выполнения научной работы в зависимости от промежуточных результатов.
Недостатки портрета	Учащиеся работают в установленном поле деятельности, границы которого определены и могут лишь незначительно расширяться и видоизменяться при сохранении общей концепции проекта, сформулированного преподавателями. Основной недостаток портрета локальность и узконаправленность. Недостаточная наполняемость исследовательских компетенций	Уровень эмоциональной, психологической и умственно-интеллектуальной нагрузки крайне не высок. Поставленные задачи могут требовать получения дополнительных достаточно объемных знаний, в том числе междисциплинарного и междисциплинарного характера. Матрица компетенций может не предусмотреть соответствующий набор дисциплин. Выполнение проекта не гарантирует достижение требуемого результата, и при этом он может оказаться и отрицательным.
Общие элементы портрета	Узконаправленность необходимо компенсировать формированием расширенного содержательного «ядра» – совокупности дисциплин – гарантирующего формирование широкого кругозора и эрудированности личности, которые позволят в перспективе эффективно переходить от одной темы проекта к другой без значительного повышения квалификации и получения дополнительных знаний и умений. Необходимость использования информационно-аналитических систем, которые позволят войти в состав той или иной группы учащихся, с тем или иным направлением и темой инженерного проекта (формируется при участии работодателя).	Узконаправленность необходимо компенсировать путем формирования навыков самообучения, что позволит восполнить имеющиеся пробелы на любом уровне сложности. Использование расширенного содержания «ядра» может не дать результаты ввиду инновативного характера решаемых проблем (формулируются в ТЗ представителем рынка труда), требующих междисциплинарного подхода, предугадать содержание ядра проблематично. Следует уделять повышенное внимание формированию навыков саморазвития.

Окончание таблицы

Компетентностный портрет инженера		
1. Модель ПОО		2. Модель НОЦ
Преимущества	Работа в команде формирует коммуникативные компетенции, погружает в атмосферу, приближенную к профессиональной деятельности, минимизирует срок адаптации на рабочем месте.	Формирование навыков в условиях высокой интеллектуальной нагрузки. Использование заведомо завышенных уровней сложности решаемых прикладных задач. Обогащения словарного запаса профессиональными терминами. Коллективное научное творчество, развитие креативного мышления. Неочевидность результата развивает мотивацию, а высокие требования и уровень задач требуют получения дополнительного образования и самоподготовки.
Ключевые компетенции портрета	Основу портрета составляют конструкторско-проектные компетенции и навыки командной работы. Объем профессиональных компетенций несколько ниже, чем в модели НОЦ. Акцент делается на усвоение широкого цикла специальных дисциплин для формирования значительного содержательного «ядра», а также практики, которые отвечают за формирование навыков инженерной деятельности, в том числе при выполнении тематических инженерных проектов	Основу портрета составляют исследовательские компетенции. При этом важное значение имеют компетенции, связанные с самообразованием и самоподготовкой, что необходимо для восполнения знанияевого пробела в случае решения принципиально новых задач, прежде всего междисциплинарного и межпредметного характера. Для этого матрица компетенций должна содержать такие дисциплины, как: – Методология научных исследований в машиностроении; – Теория и практика научного поиска; – Реферирование и редактирование научных текстов; – Философские проблемы науки и техники.
Рекомендуемое обучение	Проблемно-ориентированное обучение: развивает системное профессиональное мышление, творческие способности и креативные качества личности, обеспечивая тем самым возможности эффективно осуществлять проектно-конструкторскую деятельность при реализации выбранного инженерного проекта.	Проектно-организованное обучение: осуществляется погружение учащихся в реальные условия проектно-конструкторской деятельности с высоким уровнем сложности, что позволяет получить навыки комплексного решения наукоемких инженерных задач в условиях работы в коллективе исполнителей с высоким уровнем квалификации.

инженерного исследования и исследовательской деятельности, а для модели ПОО – в сторону конструкторско-технологической деятельности и организации производства. Отличие состоит в том, что в первом случае наиболее востребованными являются компетенции, связанные с моделированием и научно-техническими расчетами, а во втором случае – компетенции, связанные непосредственно с конструкторской деятельностью, позволяющие создавать опытный образец.

Для модели НОЦ важны навыки генерирования набора вариантов решения поставленной задачи в сочетании с самоорганизацией научно-исследовательской деятельности, самообучением и самоподготовкой, а также развитыми коммуникативными способностями. Для проектной деятельности более важными представляются умения понять задачи проектно-конструкторской деятельности и знания методов и подходов, которые следует использовать для их решения. Общим для моделей является способность самостоятельно критически оценивать результат научно-практической деятельности.

При формировании компетентностного портрета современного инженера и последующего построения образовательного процесса следует обращать внимание на прогноз потребности тех или иных компетенций. В настоящее время прогнозы в области развития и изменения компетенций, которые предстоит увидеть в ближайшие годы, рассматриваются до 4,5–5 лет [15]. Такие прогнозы, в частности, строят специалисты-аналитики World Economic Forum, по мнению которых 35 % ключевых востребованных компетенций изменятся. Это значит, что система образования должна быть настолько гибкой, насколько будет необходимо менять содержание образования ради новых предъявляемых требований со стороны рынка труда.

По мнению экспертного сообщества, лидером по востребованности в 2020 году будет компетенция, связанная с умением решать сложные задачи (Complex Problem Solving). Причем рост ее востребованности возрастет на 52 %. Второе и третье место отдается компетенциям, связанным с критическим мышлением и креативностью [15]. Именно на развитие данных компетенций во многом направлены предлагаемые модели инженерного образования.

В заключение отметим, что особую сложность представляет собой процедура внедрения предлагаемых моделей инженерного образования. Коллективы университетов должны быть готовы к восприятию как компетентностного портрета инженера, так и в целом к методам и подходам, которые используются при реализации моделей. Для этого следует, с одной стороны, разрабатывать поэтапные дорожные карты внедрения моделей, мобилизовать управленческие ресурсы, а с другой – готовить коллектив университета к процессам модернизации, повышать его мотивацию, популяризировать и повышать привлекательность будущих результатов образовательной деятельности.

Список литературы

1. Леонтович А.В. Основные рабочие понятия исследовательской деятельности учащихся. Проектно-исследовательская деятельность: организация, сопровождение, опыт. – М., 2005.
2. Докторевич В.А. Проектно-ориентированное обучение как один из методов эффективного обучения студентов и для специальных целей // Профессиональная

коммуникация: актуальные вопросы лингвистики и методики. – Пятигорск: Изд-во Пятигор. гос. лингвист. ун-та, 2015. – С. 181–191.

3. Стандарты CDIO [Электронный ресурс] // Официальный сайт CDIO Russia. – URL: <http://cdiorussia.ru/materials/> (дата обращения: 12.01.2017).

4. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2011. – 17 с.

5. Леонтович А.В. Возрождение интеллектуальной элиты: НТТМ приходит в школу [Электронный ресурс] // Наука и жизнь [сайт]. – 2015. – URL: <http://nkj.ru/archive/articles/2581/> (дата обращения: 17.04.2015).

6. Мельникова А.П., Леонтович А.В. Возрождение интеллектуальной элиты: Юношеские чтения имени В.И. Вернадского // Наука и жизнь. – 2004. – № 6. – С. 41–42.

7. Ягафарова Д.С. Российские университеты: прошлое, настоящее, будущее. – Набережные Челны: ЭКОНОМУС, 2003. – 175 с.

8. Токмовцева М.В. Сетевое взаимодействие образовательных организаций на основе модели «Школа – Колледж – Вуз». – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 192 с.

9. Перспективные модели инженерного образования / М.И. Абашин [и др.]. – М.: Изд-во МГОУ, 2017. – 200 с.

10. Совершенствование качества образования: материалы X (XXVI) Всерос. науч.-метод. конф.; 4–6 марта 2013 г. / под ред. И.В. Ефремова. – Братск: Изд-во Братск. гос. ун-та, 2013. – 262 с.

11. Клемлёва Л.В., Малыгин В.И., Протасова С.В. Организация научно-образовательных центров высокотехнологичных производств / под общ. ред. Л.В. Кремлёвой. – Архангельск: Звездочка: Солти, 2014. – 217 с.

12. Горшков О.Н., Данилов Ю.А., Чупрунов Е.В. Научно-образовательный центр «Физика твердотельных наноструктур» Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Российско-американская программа «Фундаментальные исследования и высшее образование», 1998–2008 / Федеральное агентство по образованию, Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2008. – 110 с.

13. Методы и технологии обучения изобразительной и проектной деятельности: межвузо. сб. науч. ст. / ред.: Ю.Ф. Катханова, Э.В. Подгорнева. – М.: Изд-во МПГУ: Прометей, 2011. – 201 с.

14. Тарасова И.П. Метод проектов в образовательном учреждении // Прилож. к журналу «Профессиональное образование». – 2004. – № 12. – 110 с.

15. Ананьева Т. Десять компетенций, которые будут востребованы в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kakdelat.ru/about/life.php?ID=20279> (дата обращения: 31.01.2017).

References

1. Leontovich A.V. Osnovnye rabochie poniatia issledovatel'skoi deiatel'nosti uchashchikhsia. Proektno-issledovatel'skaia deiatel'nost': organizatsiia, soprovozhdenie, opyt [Basic working concepts and research activity of students. Design and research activities: organization, support, experience]. Moscow, 2005.

2. Doktorevich V.A. Proektno-orientirovannoe obuchenie kak odin iz metodov effektivnogo obucheniia studentov Iia dlia spetsial'nykh tselei [Project-based learning as one of the effective methods of foreign language teaching for special purposes]. *Professional'naia kommunikatsiia: aktual'nye voprosy lingvistiki i metodiki*. Pyatigorsk, Pyatigorsk State Linguistics University, 2015, pp. 181–191.
3. Standarty CDIO. Ofitsial'nyi sait CDIO Russia [The CDIO standards. The official website of the CDIO Russia]. Available at: <http://cdiorussia.ru/materials/> (accessed 12 January 2017).
4. The CDIO™ Initiative. Standards. Available at: www.cdio.org [Russ. ed.: Vsemirnaia initsiativa CDIO. Standarty. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011, 17 p.].
5. Leontovich A.V. Vozrozhdenie intellektual'noi elity: NTTM prikhodit v shkolu [Revival of the intellectual elite: NTTM comes to school]. Available at: <http://nkj.ru/archive/articles/2581/> (accessed 17 April 2015).
6. Mel'nikova A.P., Leontovich A.V. Vozrozhdenie intellektual'noi elity [Revival of the intellectual elite]. *Nauka i zhizn'*, 2004, no. 6, pp. 41–42.
7. Iagafarova D.S. Rossiiskie universitety: proshloe, nastoiashchee, budushchee [Russian universities: Past, present, and future]. Naberezhnye Chelny, EKONOMUS, 2003, 175 p.
8. Tokmoltseva M.V. Setevoe vzaimodeistvie obrazovatel'nykh organizatsii na osnove modeli "Shkola-Kolledzh-Vuz" [Network interaction of educational institutions based on the model of "School-College-University"]. Moscow, Berlin, Direkt-Media, 2015, 192 p.
9. Abashin M.I. [et al.] Perspektivnye modeli inzhenernogo obrazovaniia [Promising models of engineer education]. Moscow, Izdatel'stvo MGOU, 2017, 200 p.
10. Sovershenstvovanie kachestva obrazovaniia [Improving the quality of education]. *Materialy X (XXVI) Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii*. 4–6 March 2013. Ed. by I.V. Efremov. Bratsk, Izdatel'stvo Bratskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013, 262 p.
11. Klemleva L.V., Malygin V.I., Protasova S.V. Organizatsiia nauchno-obrazovatel'nykh tsentrov vysokotekhnologichnykh proizvodstv [Organization of scientific-educational centers of high-tech industries]. Ed. by L.V. Kremleva. Arkhangel'sk, Zvezdochka, Solti, 2014, 217 p.
12. Gorshkov O.N., Danilov Iu.A., Chuprunov E.V. Nauchno-obrazovatel'nyi tsentr "Fizika tverdotel'nykh nanostruktur" Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta imeni N.I. Lobachevskogo [Scientific-educational centre "Physics of Solid Nanostructures" at Nizhny Novgorod State University]. Nizhny Novgorod, Izdatel'stvo Nizhegorodskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008, 110 p.
13. Metody i tekhnologii obucheniia izobrazitel'noi i proektnoi deiatel'nosti [Methods and techniques of training fine arts and design activities]. Ed. by Iu.F. Katkhanova, E.V. Podgorneva. Moscow, MPGU, Prometei, 2011, 201 p.
14. Tarasova I.P. Metod proektov v obrazovatel'nom uchrezhdenii [Project method at the educational institution]. *Professional'noe obrazovanie: appendix*, 2004, no. 12, 110 p.
15. Anan'eva T. Desiat' kompetentsii, kotorye budut vostrebovany v 2020 godu [Ten competences demanded in 2020]. Available at: <http://www.kakdelat.ru/about/life.php?ID=20279> (accessed 31 January 2017).

Сведения об авторах

ГАЛИНОВСКИЙ Андрей Леонидович

e-mail: *galcomputer@mail.ru*

Доктор педагогических наук, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий ракетно-космического машиностроения, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет) (Москва, Российская Федерация)

БАДАНИНА Юлия Владимировна

e-mail: *julia555-90@yandex.ru*

Ассистент кафедры технологий ракетно-космического машиностроения, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет) (Москва, Российская Федерация)

МОИСЕЕВ Валерий Александрович

e-mail: *moiseev56@mail.ru*

Кандидат технических наук, доцент кафедры технологий ракетно-космического машиностроения, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет) (Москва, Российская Федерация)

About the authors

Andrey L. GALINOVSKY

e-mail: *galcomputer@mail.ru*

Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Technologies of Rocket and Space Engineering Department, Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russian Federation)

Yulia V. BADANINA

e-mail: *julia555-90@yandex.ru*

Assistant Lecturer, Technologies of Rocket and Space Engineering Department, Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russian Federation)

Valery A. MOISEEV

e-mail: *moiseev56@mail.ru*

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Technologies of Rocket and Space Engineering Department, Bauman Moscow State Technical University (Moscow, Russian Federation)