

## КОМПЕТЕНТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ БАКАЛАВРА И МАГИСТРА В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

© 2009 Г. Е. Белашевский, Д. М. Козлов

Самарский государственный аэрокосмический университет

На примере компетентностных моделей бакалавра и магистра для высокотехнологического инновационного машиностроения обсуждается задача гармонизации требований к специалистам, содержащихся в Национальной рамке квалификаций, профессиональных стандартах и федеральных государственных образовательных стандартах. Приводятся результаты экспертной оценки приоритетов компетенций бакалавров и магистров и предлагаются способы использования полученных оценок для построения основной образовательной программы и учебного плана.

*Бакалавр, магистр, компетенция, профессиональный стандарт, образовательный стандарт, экспертная оценка, приоритет, образовательная программа*

Язык компетенций, заложенный в макетах образовательных и профессиональных стандартов, призван повысить качество и эффективность как образовательных процессов, так и процессов материального производства. Гармонизация образовательных стандартов и примерных основных образовательных программ (ПООП) по спектрам компетенций выпускника и рабочего места (должности) необходима для того, чтобы адекватно отразить в образовательных стандартах требования Национальной рамки квалификаций Российской Федерации (НРК) и профессиональных стандартов. Структура макета ФГОС содержит общекультурные и профессиональные компетенции. НРК, на основе которой формируются образовательные и профессиональные стандарты, содержит характеристики квалификационных уровней (дескрипторы общей компетенции, знаний и умений). Отметим, что уровни НРК 6 и 7 относятся к высшему профессиональному образованию.

По определению, заложенному в проектах ФГОС, *компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области*. Применение общего определения компетенции в практике разработок ПООП требует конкретизации и соответствия направлениям и уровням образования. Конкретизацию *знаний, умений и личностных качеств* можно осуществить с помощью дескрипторов компетенций, описывающих личностные качества и области, к которым относятся знания, умения и владе-

ния. Учет направления образования влечет конкретизацию понятия *определенной (профессиональной) области*. Отразить наличие уровней образования и требование измеримости результатов обучения можно с помощью введения *уровней компетенции*. Подводя итог можно сказать, что развернутое задание компетенции означает точное указание **названия, дескрипторов и уровня компетенции**.

Образовательный процесс осуществляется во времени, в течение которого формируются компетенции. Для оценки результативности образовательного процесса необходимо знание **степени сформированности компетенции** в определенные моменты времени.

Некоторые компетенции квалификационных уровней «бакалавр» и «магистр» могут быть связанными. Для удобства представления этих связей введем обозначения:

- для «сквозных» компетенций, формирование которых начинается на уровне «бакалавр» и заканчивается на уровне «магистр» - *курсив*;
- для «несквозных» – прямой шрифт.

В этих обозначениях проще показать согласованность сквозных компетенций. Приведем пример. Элементы компетенции «Коммуникация и деловое общение», такие как культура восприятия и мышления, методы и средства получения, хранения, переработки информации, работа с компьютером как средством обработки и управления информацией, формируются на уровне бака-

лавра. Элемент *«устная и письменная коммуникация на русском языке, устная коммуникация на иностранном языке»* - сквозной, заканчивается на уровне магистра элементом *«русский и иностранный языки, как средство делового общения, навыки ведения переговоров и дискуссий, ясная устная и письменная речь»*.

Проекция НРК на макеты образовательного и профессионального стандартов может быть представлена в форме своеобразной матрицы гармонизации [1]. Образовательный процесс вуза должен строиться так, чтобы обеспечить третий уровень профессионального стандарта [2] и шестой уровень НРК при подготовке бакалавра и, соответственно, четвертый и седьмой уровни при подготовке магистра.

Движению по уровням НРК можно поставить в соответствие движение по образовательному процессу и формированию компетенций обучающегося с целью достижения определенного квалификационного уровня. В качестве элементов матрицы гармонизации заносят компетенции, содержащиеся в макетах ФГОС, учитывающие требования НРК и профессиональных стандартов, а также опыт работы вузов по формированию образовательных программ с учетом мнений работодателей [2,3].

Первичная работа по заполнению матрицы гармонизации [1] привела к неожиданным результатам. Во-первых, выяснилась недостаточная согласованность компетенций бакалавров и магистров, во-вторых, профессиональные стандарты и национальная рамка квалификаций оказались документами прямого действия на дисциплины, а не только через компетенции, как можно было ожидать.

Ниже приведены результаты первого шага по гармонизации компетенций выпускников с квалификациями (степенями) «бакалавр» и «магистр». В моделях профессиональные компетенции объединены в группы по видам деятельности выпускника, указаны названия компетенций, дескрипторы и уровни.

### **Компетентностная модель выпускника в области инновационного машиностроения (ИМ) с квалификацией ( степенью) «бакалавр»**

Группа общекультурных компетенций:

коммуникация и деловое общение - культура восприятия и мышления, *устная и письменная коммуникация на русском языке, устная коммуникация на иностранном языке*, методы и средства получения, хранения, переработки информации, работа с компьютером как средством обработки и управления информацией;

приобретение новых знаний - *саморазвитие и повышение своей квалификации и мастерства, анализ и обобщение информации;*

работа в профессиональном коллективе - *работа и поведение в коллективе*, методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач;

гражданственность - соблюдение норм здорового образа жизни, понимание ценностей культуры, науки, производства, *значимость будущей профессии, знание и использование нормативно-правовой документации в своей деятельности.*

Группа проектно – конструкторских компетенций:

решение инженерных задач инновационного машиностроения (ИМ) - математические и естественно - научные дисциплины, методы и навыки моделирования и создания объектов ИМ на основе современных информационных технологий;

проектирование объектов ИМ - *анализ исходной информации для разработки конструкций ИМ и технологии, использование передового опыта, технико-экономическое обоснование проектно-конструкторских решений и методов технической экспертизы проекта, разработка конструкций объектов ИМ в соответствии с техническим заданием на основе системного подхода к проектированию, работа над междисциплинарными проектами, современный дизайн и эргономика;*

управление документооборотом проектирования - *разработка технической докумен-*

тации и оформление законченных конструкторских работ, методы контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции.

Группа производственно-технологических компетенций:

технология производства - организация рабочих мест, техническое оснащение и размещение на них технологического оборудования, методы контроля соблюдения технологической дисциплины, работа по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

управление качеством производства - использование стандартов и типовых методов контроля и оценки качества выпускаемой продукции, разработка документации по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках;

экология - контроль экологической безопасности.

Группа экспериментально – исследовательских компетенций:

моделирование процессов и объектов ИМ - математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований;

экспериментальные исследования - проведение экспериментов по заданной методике и анализ их результатов, разработка и проектирование экспериментального оборудования для проведения исследований, проведение наблюдений, измерений и описание проводимых исследований;

техническое и научное документирование - подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составление отчетов по выполненному заданию.

Группа организационно-управленческих компетенций:

управление командами - организация работы малых коллективов исполнителей, организация совместной работы над проектом;

стандартизация и сертификация - работа по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем и оборудования, документация по системе менеджмента качества продукции;

промышленная безопасность и охрана труда - требования международных и национальных стандартов в области промышленной безопасности и охраны труда.

### **Компетентностная модель выпускника в области инновационного машиностроения с квалификацией (степенью) «магистр»**

Группа общекультурных компетенций:

коммуникация и деловое общение - русский и иностранный языки, как средство делового общения, навыки ведения переговоров и дискуссий, ясная устная и письменная речь;

приобретение новых знаний - развитие своего интеллектуального и общекультурного уровня, самостоятельное обучение новым методам исследования с помощью информационных технологий, использование в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

работа в профессиональном коллективе - работа в команде, умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом, инициатива и принятие ответственности, в том числе в ситуациях риска, модификация научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;

гражданственность - необходимость соблюдения прав и обязанностей гражданина, использование когнитивных, эмоциональных и волевых особенностей психологии личности.

Группа проектно – конструкторских компетенций:

проектирование объектов ИМ - современные тенденции развития инновационного машиностроения, использование передового опыта и результатов в смежных областях техники, методы проектирования объектов ИМ и конструирования их изделий и систем, анализ состояния процессов проектирова-

ния, производства и послепродажной поддержки у заказчика, система поддержки жизненного цикла изделия;

управление документооборотом проектирования - эскизные, технические и рабочие проекты изделий с использованием информационных технологий и систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий;

моделирование процессов и объектов ИМ - основные физические законы в научных исследованиях и математический аппарат, сбор, анализ и синтез научно-технической информации по теме научных исследований, анализ результатов;

Группа проектно-технологических компетенций:

технология производства - методы технологии производства объектов инновационного машиностроения, проектирование технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;

управление качеством производства - совершенствование разрабатываемых изделий, систем и их элементов, унификация выпускаемой продукции, разработка методов контроля и оценки качества процессов производства выпускаемой продукции,

документирование изобретений - подготовка заявок на изобретения и промышленные образцы.

Группа научно-исследовательских компетенций:

моделирование процессов и объектов ИМ - основные физические законы в научных исследованиях и математический аппарат, сбор, анализ и синтез научно-технической информации по теме научных исследований, анализ результатов;

экспериментальные исследования - методы и организация проведения экспериментов и испытаний, внедрение результатов исследований и разработок;

техническое и научное документирование - подготовка результатов исследований к опубликованию в печати, а также обзоров, рефератов, отчетов, докладов и лекций.

Группа организационно-управленческих компетенций:

управление командами - методы планирования, организации и проведения проектно-конструкторских работ и научных исследований, организация работы коллектива исполнителей;

стандартизация и сертификация - совершенствование разрабатываемых изделий, систем и их элементов, унификация выпускаемой продукции, соответствие международным стандартам;

стратегия развития отрасли - основные законы экономики, определение экономической целесообразности принимаемых технических решений, оптимизация стратегии и тактики рыночного поведения, принятие решений при проектировании объектов инновационного машиностроения с учетом требований качества, надежности, стоимости и безопасности жизнедеятельности;

промышленная безопасность и охрана труда - профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предупреждение экологических нарушений, промышленная безопасность.

Ранг (приоритет) компетенции, установленный экспертами – представителями работодателей и академического сообщества, может быть учтен в определении трудоемкости дисциплин в зачетных единицах ECTS. С использованием последовательности QFD – матриц «Компетенции – Дисциплины», «Дисциплины – Элементы образовательного процесса» [1] достигается возможность построить сбалансированную основную образовательную программу и учебный план. В таких программах и учебных планах:

- ранг компетенций определяет «вес» дисциплин, которые формируют данные компетенции;
- учитываются требования работодателей, НРК и профессиональных стандартов, а также опыт академического сообщества.

Приоритет компетенций должен быть определен по отношению к цели обучения «Подготовка высокообразованных, профессионально-мобильных выпускников (бака-

лавров, магистров), адаптированных к инновационной экономике». На рис. 1, 2 показаны первичные данные по оценке экспертами

приоритетов групп компетенций для уровней квалификаций «бакалавр» и «магистр» соответственно.

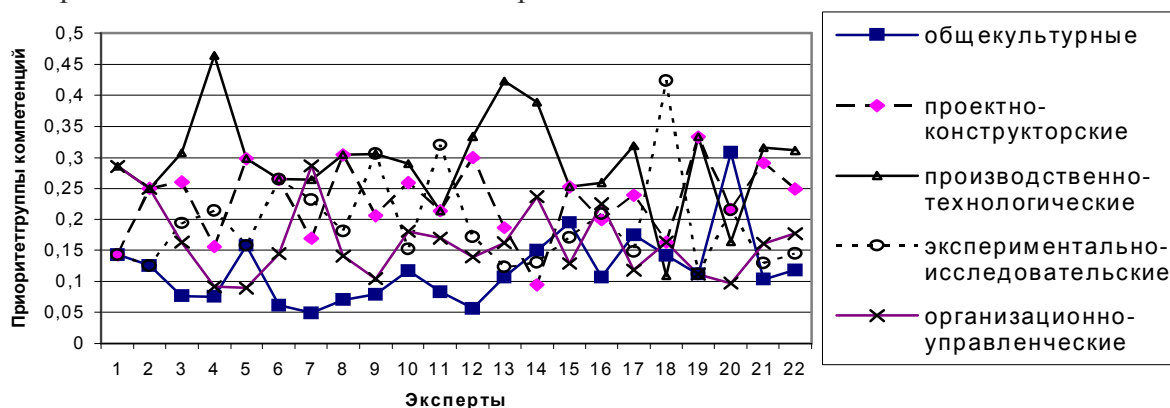


Рис.1. Экспертная оценка приоритетов групп компетенций уровня «бакалавр»

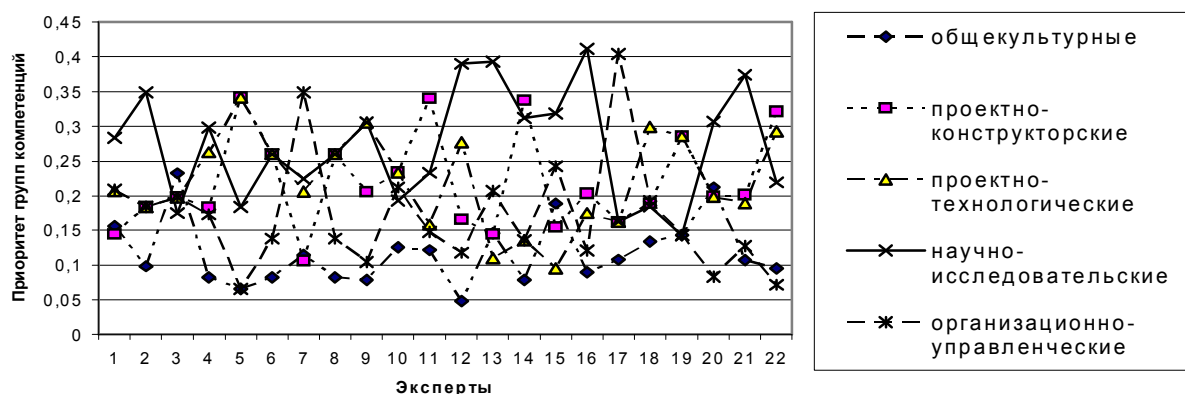


Рис.2. Экспертная оценка приоритетов групп компетенций уровня «магистр»

Определение приоритета группы компетенций проводилось с помощью матриц приоритетов [4]. Шкала приоритетов по отношению к цели обучения:

**1** – равнозначность групп компетенций; **3** – доминирование одной группы компетенций над другой группой; **5** – сильное доминирование одной группы компетенций над другой группой; **2, 4** – возможные промежуточные значения.

В качестве экспертов были выбраны представители профессорско-преподавательского состава СГАУ из состава выпускающих кафедр и руководители производственных практик. Обработка матриц приоритетов велась по методике, изложенной в [4].

Проведенные расчеты по определению приоритетов групп компетенций по квалификации «бакалавр» показали достаточно

значительный разброс мнений экспертов (рис. 1,2).

По квалификации «бакалавр» коэффициент вариации, равный отношению среднеквадратичного отклонения к среднему значению приоритета группы компетенций, для общекультурных компетенций составляет 0,49, проектно-конструкторских - 0,26, производственно-технологических - 0,26, экспериментально-исследовательских - 0,40, организационно-управленческих - 0,24. Аналогичные результаты получены и по группам компетенций квалификации «магистр».

Для повышения согласованности экспертных оценок был проведен анализ матриц приоритетов. Для каждой экспертной оценки вычислялось так называемое отно-

шение однородности  $\omega = \frac{\lambda - n}{1.12(n - 1)}$  [4],

характеризующее логичность суждений эксперта (здесь  $\lambda$  – максимальное собственное значение, а  $n$  - порядок матрицы при-

оритетов,  $n=5$ ). В случае  $\omega \geq 0,10$  логичность суждений эксперта не выполняется и его оценка компетенций не учитывалась.

Итоговые приоритеты групп компетенций приведены в табл. 1.

Таблица 1. Приоритеты групп компетенций

Компетенции бакалавра (%)		Компетенции магистра (%)	
общекультурные	10	общекультурные	10
проектно-конструкторские	25	проектно-конструкторские	24
производственно-технологические	30	проектно-технологические	23
экспериментально - исследовательские	18	научно - исследовательские	28
организационно-управленческие	17	организационно-управленческие	15

В результате проведенной обработки коэффициенты вариации по каждой группе компетенций для специальностей «бакалавр» и «магистр» не превысили 0,30.

### Библиографический список

1. Белашевский, Г.Е. Гармонизация образовательных стандартов и примерных основных образовательных программ/ Г.Е. Белашевский, Ф.В. Гречников, Д.М. Козлов // Матер. XIX Всероссийской научно-методич. конф. «Проблемы качества образования». 21 – 28 мая 2009 г.- М. – Уфа: - 2009. – С.81-84.

2. <http://www.nark-rspp.ru/index.php/lang-ru/site-map>.

3. Борисов, С.Р. Участие бизнес - сообщества в проектировании, реализации и аккредитации инновационных образовательных программ высшего профессионального образования/С.Р. Борисов [и др.]. – М.: МГУ, - 2007. – 99 с.

4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий/ Т. Саати; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 316с.

### References

1. Belashevsky G.E. Harmonization of educational standards and approximate basic training programs/ Text/ Belashevsky G.E, Grechnikov F.V., Kozlov D.M. Materials of All-Russia scientific-and-methodology Conference “Problems of education quality”. May 21-28, 2009, M.-Ufa, 2009, p.81-84

2. <http://www.nark-rspp.ru/index.php/lang-ru/site-map>

3. Borisov S.P. Participation of Business Community in designing, realization and accreditation of innovation educational programs of higher professional learning /Text/ Borisov S.P., Lobanov G.X., Oleynik L.F., Pesotsky Yu.S., Pokrovsky K.K., Saletsky A.M., -MSU., 2007,- 99 p., illustr.

4. Saati T. Problem-solving. Method of hierarchy analysis /Text/ Saati T; translation from English –M.: Radio and communication, 1989, -316 p., illustr.

## MODELS COMPETENCE OF BACHELOR AND MASTER'S DEGREE FOR INNOVATION MACHINE BUILDING

© 2009 G. E. Belashevsky, D. M. Kozlov

Samara State Aerospace University

The task of harmonization of requirements to the specialists is discussed on the example of Bachelor and Master's degree competence models for high-technology innovation machine-building. The requirements are in National Qualification System, Professional Standards as well as Federal State and Educational Standards. The results of priority

peer review of Bachelor and Master's degree competence are given. The methods of using the peer review obtained for construction of the basic educational program and curriculum are suggested.

*Bachelor, Master's degree, competence, professional standard, educational standard, peer review, priority, training program*

### **Информация об авторах**

**Белашевский Геннадий Егорович**, кандидат технических наук, доцент Самарского государственного аэрокосмического университета. E-mail: [belashevsky@ssau.ru](mailto:belashevsky@ssau.ru). Область научных интересов: математическая подготовка инженеров, теория и методика высшего профессионального образования, управление качеством.

**Козлов Дмитрий Михайлович**, кандидат технических наук, доцент, профессор Самарского государственного аэрокосмического университета. E-mail: [kozlov@ssau.ru](mailto:kozlov@ssau.ru). Область научных интересов: автоматизированное оптимальное проектирование авиационных конструкций, теория и практика высшего технического образования.

**Belashevsky Gennady Egorovich**, Candidate of Technical Science, Associate Professor of Samara State Aerospace University. E-mail: [belashevsky@ssau.ru](mailto:belashevsky@ssau.ru). Area of research: Training of engineers in Mathematics, theory and methods of higher technical education, quality control.

**Kozlov Dmitry Mikhaylovich**, Candidate of Technical Science, Professor of Samara State Aerospace University. E-mail: [kozlov@ssau.ru](mailto:kozlov@ssau.ru). Area of research: automated optimal designing of aircraft constructions, theory and practice of higher technical education.