

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВУЗА

О.А. Горленко, Т.П. Можаяева

В статье рассматривается подход к совершенствованию мониторинга образовательного процесса в системе менеджмента качества вуза на основе статистического обоснования целесообразности применения измерительного инструмента (теста) при реализации данного процесса.

Ключевые слова: система менеджмента качества, мониторинг образовательных процессов, измерительный инструмент (тест), показатели качества измерительного инструмента, алгоритм оценки

Введение

Обеспечение качества подготовки бакалавров (магистров) является одной из приоритетных задач, стоящих перед высшими учебными заведениями. Разработка и внедрение системы менеджмента качества (СМК) образовательного учреждения может рассматриваться как одно из условий решения данной задачи.

В соответствии с требованиями «Стандартов и рекомендаций для гарантии качества высшего образования в европейском регионе (ENQA – European Network for Quality Assurance in Higher Education)» и стандартов по менеджменту качества ГОСТ ISO 9000–2011 вуз для успешного функционирования системы качества должен постоянно проводить мониторинг, изучать запросы и оценивать удовлетворенность своих потребителей и заинтересованных сторон (студентов, их родителей, работодателей, персонала и т.д.) к продукту образовательных процессов – дипломированным бакалаврам (магистрам).

Выполнение требований потребителей определяется через критерии результативности и эффективности образовательных процессов в СМК вуза, а их мониторинг рассматривается как деятельность по организации контроля и оценки соответствия качества подготовки вы-

пускников вузов. В этой связи мониторинг в системе СМК вуза относится к типу обеспечивающих процессов и выполняет следующие управленческие функции:

- контроль и оценивание образовательных процессов;
- обеспечение обратной связи, свидетельствующей о соответствии фактических результатов процессов подготовки бакалавров (магистров) требованиям потребителей и всех заинтересованных сторон;
- оценивание степени, причин и направления отклонений, возникающих в процессе подготовки бакалавров (магистров).

С целью обеспечения качества процесса подготовки бакалавра (магистра) в контексте рассматриваемого подхода перспективным является организация его мониторинга, включающего следующие мероприятия:

- идентификация процессов СМК вуза;
- определение параметров результативности и эффективности процессов;
- выбор соответствующих технологий и инструментария процессов.

Одной из проблем корректной организации процесса мониторинга является обеспечение качества используемого измерительного инструмента.

В качестве измерительного инструмента мониторинга в образовательном процессе традиционно применяют контрольные задания, тесты, расчетно-графические работы и т.д. Оценка достижения требуемого уровня качества процессов обучения проводится, как правило, непосредственно в конце самого процесса (зачет, экзамен, дипломный проект) или на его промежуточной стадии (аттестации), что ограничивает возможности персонала вуза в осуществлении как корректирующих мероприятий, так и мероприятий, направленных на совершенствование деятельности по подготовке бакалавров (магистров). В этой связи большое значение придется промежуточному контролю подготовленности студентов – текущему контролю, достаточно часто проводимому с использованием тестовых контрольных материалов.

Опыт проведения мониторинга показывает, что преподаватели редко используют статистические методы обоснования соответствия применяемых ими тестов их целевому предназначению, считая их априорно пригодными для оценки степени усвоения студентами изучаемого материала. Данная практика может приводить к получению надежной, точной, но не имеющей прямого отношения к объекту исследования информации, что, в свою очередь, влечет за собой искажение выводов, принимаемых преподавателем по результатам обследования.

В настоящее время для процесса выбора измерительного инструмента (теста) характерны следующие недостатки:

- применение эталонного подхода, базирующегося на авторитете разработчика инструмента, признанном в профессиональной среде, что не всегда оправдывает его применение без дополнительной адаптации к конкретным условиям проведения мониторинга;
- отсутствие в большинстве случаев статистического обоснования состоятельности самостоятельно разработанного авторского инструмента.

В этой связи для устранения выявленных недостатков представляется целесообразным разработка и применения алгоритма оценивания показателей качества измерительного инструмента (теста), используемого в мониторинге уровня подготовки бакалавров (магистров).

Разработка алгоритма обеспечения качества измерительного инструмента (теста)

Обоснование качества измерительного инструмента предусматривает оценку (рис. 1):

– эмпирической валидности инструмента, т.е. соответствия результатов инструмента той характеристике, для измерения которой он предназначен;

– надежности инструмента путем определения его устойчивости, т.е. свойства инструмента давать при повторном измерении близкие результаты;

– надежности инструмента путем определения его внутренней согласованности, т.е. степени однородности состава вопросов (заданий) с точки зрения измеряемой характеристики;

– соответствия использования инструмента целям исследования или, при наличии несоответствий, выбора нового инструмента.

Апробация предлагаемого алгоритма оценки качества измерительного инструмента (теста оценки текущей подготовки) проводилась в вузе Брянской области, где в качестве объекта исследования рассматривалась степень усвоения студентами группы (13 человек) направления подготовки «Стандартизация и метрология» дисциплинарного курса «Организация работы с документами».

Обоснование валидности измерительного инструмента

Обоснование эмпирической валидности авторского инструмента основывается на наличии тесноты ранговой корреляции между разработанным (авторским) и уже апробированным тестом.

Если существует корреляционная связь между данными, полученными при изучении объекта различными инструментами, и один из них уже является валидным (апробированным), то и другой также может рассматриваться как валидный.

Связь между результатами измерения по авторскому и эталонному (контрольному) тестам определяется расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена [1]:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{n^3 - n},$$

где r_i и s_i – ранги i -го объекта по авторскому и альтернативному тестам; n – число наблюдений (респондентов).

Ранговые оценки уровня знаний студентов при текущем контроле на основе альтернативных тестов представлены в табл. 1.

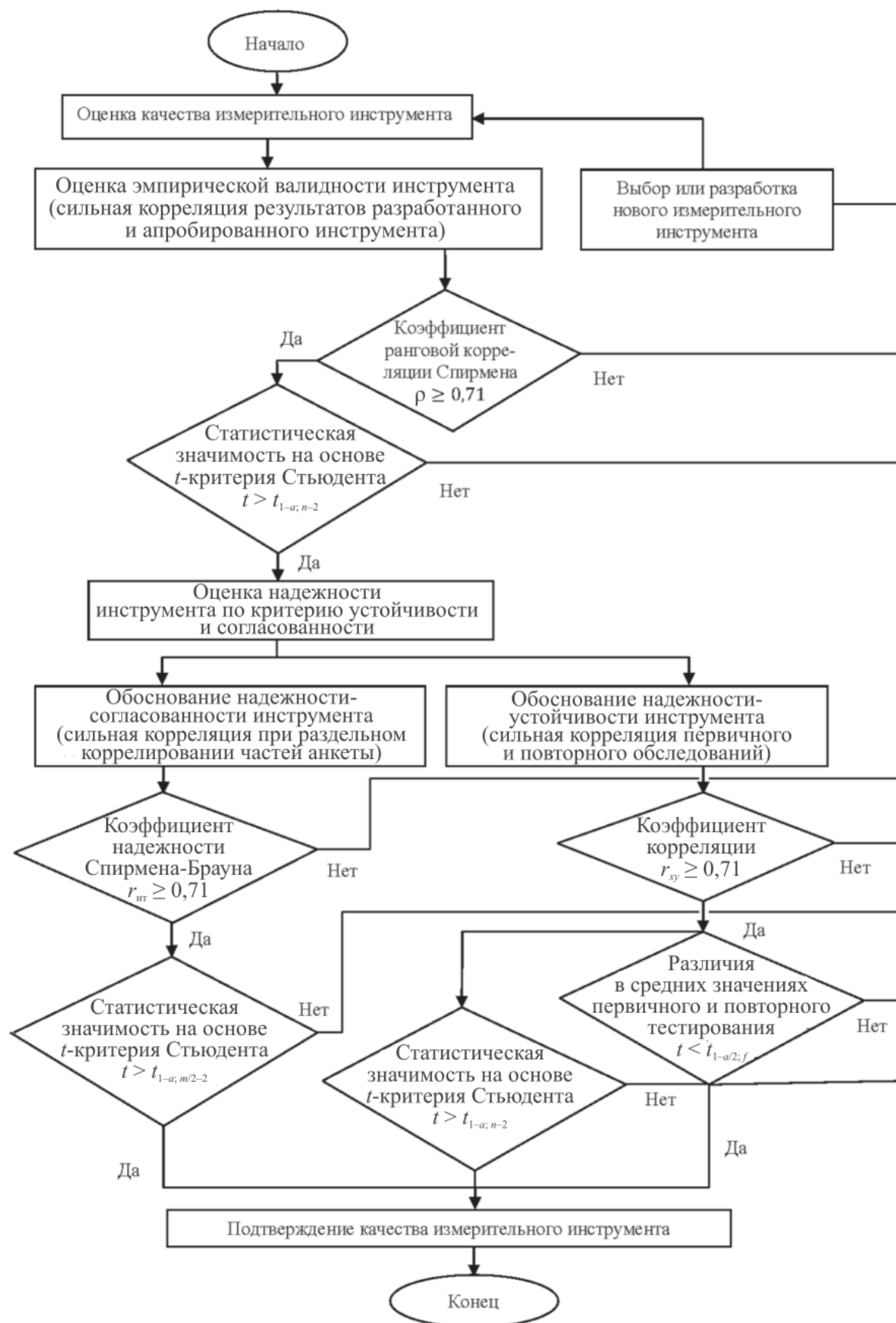


Рис. 1. Блок-схема алгоритма оценки качества измерительного инструмента (теста)

Таблица 1

Ранговые оценки уровня знаний студентов при текущем контроле на основе альтернативных тестов

Тест	Результаты тестируемых						
	1	2	3	...	11	12	13
авторский (разработанный)	17	20	18	...	19	15	20
эталонный (контрольный)	20	19	15	...	20	12	18

Возможность применения авторского теста требует обоснования статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена по выборке из n элементов, определяемой путем сравнения эмпирического и критического значений t -критерия Стьюдента (с $f = n - 2$ степенями свободы и уровнем значимости $\alpha = 0,05$):

$$t = \frac{\rho\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}} > t_{1-\alpha; n-2},$$

где ρ – коэффициент корреляции Спирмена; n – число наблюдений (респондентов); $t_{1-\alpha; n-2}$ – критическое значение t -критерия Стьюдента.

При $\rho \geq 0,71$ и $t > t_{1-\alpha; n-2}$ коэффициент корреляции Спирмена признается статистически значимым, а исследуемый инструмент (авторский тест) – валидным [1, 2].

Полученные данные подтверждают гипотезу о статистической значимости коэффициента корреляции Спирмена ($\rho = 0,75 \geq 0,71$; $t = 3,7920 > t_{0,95; 11} = 2,20$) и признании исследуемого инструмента эмпирически валидным.

Обоснование надежности измерительного инструмента

Надежность как устойчивость определяется с помощью метода ретеста [1]. В соответствии с данным методом предусматривается проведение нескольких измерений с некоторым промежутком времени (от недели до двух месяцев) одним и тем же инструментом. Для того чтобы признать надежность (устойчивость) тестируемого инструмента, следует проверить выполнение следующих условий:

- статистически значимое значение коэффициента корреляции ($r_{xy} \geq 0,71$) между данными первого и повторного опросов студентов ($t > t_{1-\alpha; n-2}$);

- статистически незначимые различия в средних значениях $\bar{x}$, $\bar{y}$, полученных при первичном и повторном тестировании ($t < t_{1-\alpha; n_1+n_2-2}$).

Результаты опросов студентов представлены в табл. 2.

В нашем случае очевидно наличие сильной связи между полученными результатами: $r_{xy} = 0,91 > 0,71$. Возможность применения авторского теста требует обоснования статистической значимости коэффициента корреляции.

Коэффициент корреляции, как известно, признается статистически значимым при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $f = n - 2$ при выполнении следующего неравенства:

$$t = \frac{r_{xy}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} > t_{1-\alpha; n-2},$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции между результатами первого и повторного тестирования; n – число наблюдений (респондентов); $t_{1-\alpha; n-2}$ – табличное значение t -критерия Стьюдента.

В нашем случае имеем $t = 6,44 > t_{0,95; 11} = 2,20$. Полученные результаты свидетельствуют о статистической значимости коэффициента корреляции.

Статистическая значимость различий в средних значениях при небольших выборках определяется на основе t -критерия Стьюдента. При этом, чтобы различия в средних значениях, полученных при первичном и повторном анкетировании, рассматривались как статистически незначимые, необходимо провести сравнение эмпирического и критического значений t -критерия Стьюдента (с $f = n_1 + n_2 - 2$ степенями свободы и уровнем значимости $\alpha = 0,05$), отвечающее требованию выполнения неравенства $t < t_{1-\alpha; n_1+n_2-2}$.

Для обоснования статистически незначимых различий в средних значениях, полученных при первичном и повторном анкетировании, вначале проверяется равенство дисперсий s_x^2 и s_y^2 с помощью F -критерия Фишера.

Таблица 2

Результаты исследования надежности материала теста по критерию устойчивости

№ вопроса, m	Баллы (x_i), набранные студентами в тестировании № 1							
	Номер студента n_i					$\sum x_i$	$(x_1 - \bar{x})$	$(x_1 - \bar{x})^2$
	1	2	...	12	13			
1	2	1	...	3	6	21	- 15,76	248,378
...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	4	2	...	1	2	17	- 19,72	388,878
$\bar{x} = 36,72; s_x^2 = 3,39$								
№ вопроса, m	Баллы (y_i), набранные студентами в тестировании № 2							
	Номер студента n_i					$\sum y_i$	$(y_1 - \bar{y})$	$(y_1 - \bar{y})^2$
	1	2	...	12	13			
1	3	0	...	4	5	17	- 19,72	388,878
...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	3	3	...	2	3	16	- 20,72	429,318
$\bar{y} = 36,72; s_y^2 = 3,28$								

Если обозначить через s_1^2 большую из сравниваемых дисперсий, а через s_2^2 меньшую, то при выполнении неравенства дисперсии можно рассматривать как однородные:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} < F_{(1-\alpha); f_1; f_2}.$$

Поскольку в нашем случае дисперсии $s_x^2 = 3,39$ и $s_y^2 = 3,28$ однородны, а среднеквадратическое отклонение $s = 0,0865$, то несущественные различия в средних значениях, полученных при первичном и вторичном тестировании, подтверждаются на основе применения t -критерия Стьюдента и при выполнении следующего неравенства:

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{s \sqrt{1/n_x + 1/n_y}} < t_{(1-\alpha/2); n_1 + n_2 - 2},$$

где $\bar{x}$, $\bar{y}$ – средние значения оценок, полученных при первичном и повторном тестировании; s – среднеквадратическое отклонение оценок, полученных при тестировании; n_x , n_y – число наблюдений (респондентов) при первичном и повторном тестировании; $t_{(1-\alpha/2); n_1 + n_2 - 2}$ – критическое значение t -критерия Стьюдента.

Предлагаемый авторский инструмент может быть признан надежным по критерию устойчивости, так как одновременно выполняются условия о статистической значимости коэффициента корреляции ($r_{xy} = 0,91 > 0,71$ при $t = 6,44 > t_{0,95; 11} = 2,20$) и статистически незначимых различиях в средних значениях, полученных при первичном и повторном тестировании ($t = 0 < t_{(1-0,05/2); 24} = 2,06$).

Надежность, как внутренняя согласованность, определяется связью каждого конкретного элемента теста с общим результатом тем, насколько каждый элемент измеряет признак, на который направлен весь инструмент. Для проверки внутренней согласованности применяется метод расщепления (метод раздельного коррелирования), предусматривающий разделение теста на две равные части (например, четные и нечетные вопросы, первая и вторая половины опросного материала) и нахождение корреляции между ними.

Данные исследования надежности теста по критерию согласованности представлены в табл. 3.

Обоснование надежности теста по признаку ее согласованности может быть проведено на основе вычисления коэффициента надежности Спирмена–Брауна (r_{nm}), базирующегося на зна-

Таблица 3

Данные исследования надежности материала теста по критерию согласованности

№ вопроса, m	Баллы (x_i), набранные студентами в 1-й части теста							
	Номер студента n_i					$\sum x_i$	$(x_1 - \bar{x})$	$(x_1 - \bar{x})^2$
	1	2	...	12	13			
1	1	0	...	1	3	10	- 8,36	69,89
...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	2	2	...	0	1	9	- 9,36	87,61
$\bar{x} = 18,36; s_x^2 = 1,79$								
№ вопроса, m	Баллы (y_i), набранные студентами во 2-й части теста							
	Номер студента n_i					$\sum y_i$	$(y_1 - \bar{y})$	$(y_1 - \bar{y})^2$
	1	2	...	12	13			
1	1	1	...	2	3	11	- 7,36	54,17
...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	2	0	...	1	1	8	- 10,36	107,33
$\bar{y} = 18,36; s_y^2 = 1,09$								

чении коэффициента корреляции (r_{xy}) между двумя частями теста

$$r_{nm} = \frac{2r_{xy}}{1 + r_{xy}}.$$

При коэффициенте $r_{nm} \geq 0,71$ и подтверждении его статистической значимости на основе t -критерия Стьюдента можно утверждать о надежности материала теста по критерию согласованности [1].

Статистическая значимость коэффициента корреляции, используемого при расчете коэффициента надежности Спирмена-Брауна, устанавливается аналогично определению эмпирической валидности инструмента (теста), но в данном случае в формулу подставляется не число респондентов n , а m – число пунктов теста

$$t = \frac{r_{xy} \sqrt{m/2-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} > t_{1-\alpha; \frac{m}{2}-2},$$

где r_{xy} – коэффициент корреляции между двумя частями теста; m – число пунктов теста; $t_{1-\alpha; m/2-2}$ – критическое значение t -критерия Стьюдента.

Предлагаемый тест является статистически надежным по критерию согласованности, так как выполняются условия: коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,93 > 0,71$ (коэффициент надежности Спирмена-Брауна $r_{nm} = 0,96 > 0,71$); эмпирическое и критическое значения t -критерия Стьюдента отвечают неравенству $t = 11,578 > t_{0,95; 18} = 10$.

Анализ результатов и выводы

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что авторский тест, разработанный для оценки знаний бакалавров направления подготовки «Стандартизация и метрология» дисциплинарного курса «Организация работы с документами» на основе предлагаемого алгоритма обеспечения качества его параметров, обладает состоятельностью и может быть использована в мониторинге подготовки студентов. При этом тест полностью адаптирован к специфике работы с конкретной группой студентов: позволяет определить уровень текущей подготовки студентов; выявить неувоенный студентами материал дисциплины и провести своевременную коррекцию уровня их знаний и т.д.

Результаты отсроченной проверки знаний подтвердили вывод о прочности знаний

Таблица 4

Результаты текущего и отсроченного тестирования

Тесты	Количество студентов	Оценка уровня знаний				Средний бал, $\bar{x}$
		неуд.	удовл.	хор.	отл.	
Текущее тестирование						
авторский	13	1	3	4	5	4,25
контрольный	13	—	4	6	3	4,23
Отсроченное тестирование						
авторский	13	—	4	6	3	3,92
контрольный	13	3	6	3	1	2,92

студентов, контролируемых на основе теста, подвергнутого процедуре оценки качества, по сравнению с контрольным, эталонным тестом: $K_{S.a} = 0,923 > K_{S.кон.} = 0,69$ [3]:

$$K_S = \frac{\bar{x}_o}{\bar{x}_m},$$

где K_S – коэффициент стабильности знаний студентов; $\bar{x}_o$ – средний балл студентов по результатам отсроченной проверки; $\bar{x}_m$ – средний балл студентов по результатам текущей проверки. Результаты текущего и отсроченного тестирования студентов приведены в табл. 4.

Заключение

Очевидно, что в современных условиях развития вуза методам и инструментам получения надежной и обоснованной информации для демонстрации пригодности, результативности и постоянного повышения эффективности процессов и СМК придается особое значение.

Совершенствование мониторинга образовательного процесса в СМК вуза на основе

статистического обоснования целесообразности применения измерительного инструмента (теста) для оценки уровня усвоения знаний бакалаврами (магистрами), позволяет не только организовать обратную связь с потребителями, контроль и оценивание степени, причин и направлений отклонений, возникающих при подготовке студентов, но и повысить уровень надежности получаемых при этом данных.

Список литературы

1. *Кремер Н.Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 543 с.
2. *Крокер Л., Алгина Дж.* Введение в классическую и современную теорию тестов. – М.: Логос, 2010. – 668 с.
3. *Можаяева Т.П., Проскурин А.С.* Менеджмент качества лекционной формы учебного процесса: учебное пособие под ред. профессора О.А. Горленко. – Брянск: БГТУ, 2011. – 80 с.

Материал поступил в редакцию 09.10.14

ГОРЛЕНКО Олег Александрович

E-mail: goa-bgtu@mail.ru
Тел.: (4832) 56-62-11

Доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, начальник управления качеством образования в вузе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Брянский государственный технический университет». Сфера научных интересов: технологическое управление качеством деталей машин; управление качеством производственных систем, повышение качества подготовки специалистов, инновационная деятельность. Автор более 500 научных трудов и 15 авторских свидетельств и патентов.

МОЖАЕВА Татьяна Петровна

E-mail: goa-bgtu@mail.ru
Тел.: (4832) 56-62-11

Кандидат технических наук, доцент, начальник отдела нормативной документации управления качеством образования в вузе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Брянский государственный технический университет». Сфера научных интересов: повышение качества подготовки специалистов, управление человеческими ресурсами, управление качеством производственных и социально-экономических систем. Автор более 80 научных трудов и 40 учебно-методических работ.