

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В СИСТЕМЕ «КОЛЛЕДЖ - ВУЗ»

Цветкова К.Е.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Компетентностный подход в современном образовании основан на корректной оценке учебных достижений образовательных результатов студентов. Проблема оценки компетенции представлена в работах А.В. Хуторского, В.И. Байденко, А.П. Тряпициной. В общем случае, по мнению А.П. Тряпициной компетенция оценивается по уровню решаемых задач. В то же время не все виды профессиональной деятельности могут быть представлены совокупностью задач. Так, например, инженерная деятельность включает в себя разработку проектов, эскизов, схем, программ и т.д. В этой связи оценка инженерной компетенции проводится различными комплексными методами.

Нами проведено сопоставление мнений работающих инженеров и преподавателей кафедр Аэрокосмического института относительно тех или иных этапов и процедур проектирования технологического процесса. В целях корректности исследования был введен дуальный параметр: «процедура проектирования - инженерная компетенция». Процедуру проектирования определяли работающие инженеры, инженерную компетенцию определяли преподаватели вуза и студенты.

В исследовании применялся аппарат математической статистики – корреляционный анализ. Для оценки уровня инженерной компетентности известна методика Н.П. Чурляевой. В методике Н.П. Чурляевой вводится интегральный коэффициент компетентности инженера, который представляет собой многофункциональный показатель эффективности модели, реализуемой исследователем, и рассчитывается на основе рыночной и внерыночной экспертной оценки. Этот подход предполагает, что цели, стоящие перед образовательной системой, определяются не внутри самой системы, а рынком труда. Глобальная цель получения компетентного выпускника, задаваемая рынком, внутри вуза трансформируется в содержание и реализацию вариативной образовательной программы.

Мнение рынка представляют 5 групп: преподаватели, работники предприятий, работники НИИ и работающие выпускники. Как показывают наши исследования, эти мнения могут значительно не совпадать. Поэтому мы разделили экспертов на «явно рыночных» (рынок труда) и внерыночных. Рыночных экспертов представляют работодатели и работающие выпускники, внерыночных - преподаватели и обучающиеся студенты.

Нами была проведена подобная оценка для студентов групп ТМ, МСК. Расчеты интегрального коэффициента инженерной компетентности производятся для семи характеристических показателей рыночной оценки и

дополняются соответственно по этим же позициям семью показателями вне рыночной оценки. Расчеты производятся для каждого студента индивидуально.

Нами предлагается авторская оперативная методика оценки интегрального показателя инженерной компетентности выпускника. Она выставляется в баллах (100 %) по результатам анкетирования «оценка работодателя + оценка преподавателя + самооценка студента». Учитывая приведенные ниже корреляционные зависимости между несовпадающими мнениями работодателей, преподавателей и студентов, мы предположили, что необходимо установить весовые коэффициенты значимости каждой из оценок. С этой целью сравнивались данные, полученные по методике Н.П.Чурляевой и по авторской оперативной методике.

Было установлено, что наибольшее сходжение двух методик отмечается при следующих весовых коэффициентах: весовая оценка работодателя предприятия (0,5201); весовая оценка преподавателя (0,30337); весовая оценка самооценка студента (0,17653). Сумма весов составляет 1.

Интегральный коэффициент инженерной компетентности $K_{инт}$ определяется по авторской оперативной оценке и рассчитывается по формуле:

$$K_{инт автор} = 0,5201P + 0,30337\Pi + 0,17653C \quad (1)$$

При таких весовых коэффициентах определяется сильная корреляция $K_{корр} = 0,9874$, что соответствует сильной корреляционной зависимости.

В обоих случаях к рыночной экспертной оценке привлекаются работодатели-эксперты. Эксперты оценивают инженерную компетентность выпускников на основании ее проявления в работе, в производственной практике, в профессиональном общении, в ходе дипломного проектирования, Государственного экзамена и защиты дипломного проекта.

С целью получения объективной информации (отклика-мнения рынка об инженерной компетентности студентов) студенты проходили практику на различных заводах, различных трудовых постах.

В качестве вне рыночной оценки по авторской оперативной методике использовалось мнение преподавателей и самооценка студентов.

Расчет интегрального показателя проводился по формуле (Н.П. Чурляева):

$$K_{инт Чурляева} = 0,391 \frac{Y_{тз} + T}{2} + 0,317 \frac{Y_3 + \Phi}{2} + 0,292 \frac{Y_{и} + И}{2} + 0,514 \frac{Y_{н} + Н}{2} + 0,486 \frac{Y_o + O}{2} + 0,516 \frac{Y_{ос} + O3}{2} + 0,484 \frac{Y_{тс} + TC}{2}; \quad (2)$$

Далее опытно-экспериментальная работа велась по авторской оперативной методике.

По авторской оперативной методике все выделенные субъекты конструирования (работодатели, студенты, преподаватели) отвечали на вопрос анкеты: «Какой уровень инженерный компетентности имеет студент ФИО (в баллах)?», данные заносились в таблицы и обрабатывались методами математической статистики.

Таблица 1 - Пример расчетных таблиц для оперативной оценки интегрального коэффициента инженерной компетентности

Группа, № п/п	Студенты, ФИО	Самооценка (С)	Оценка преподавателя (П)	Оценка работодателя (Р)

В соответствии с поставленной целью опытно-поисковой работы нами было проведено исследование уровня инженерной компетентности выпускников, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения», 240801 «Машины и аппараты химических производств», 260602 «Пищевая инженерия малых предприятий». В 2011/12 учебном году выборка исследования при проведении диагностических замеров составила 631 студент, 51 преподаватель университетского комплекса, 50 инженерно-технических работников предприятий машиностроительной отрасли Оренбуржья.

Экспериментальная группа – 51 студент, контрольная группа – 50 студентов очной формы обучения Оренбургского государственного университета, обучающихся по специальностям Технология машиностроения, Машины и аппараты химических производств, Пищевая инженерия малых предприятий.

Экспериментальная группа: 25 человек обучаются по специальности «Технология машиностроения», 26 человек – по специальности «Машины и аппараты химических производств».

Контрольная группа: 26 человек обучаются по специальности «Технология машиностроения», 24 – по специальности «Пищевая инженерия малых предприятий».

Для определения востребованных процедур проектирования и инженерных компетенций была предложена анкета и предполагалось, что в идеальном случае эти представления для всех субъектов имеют корреляционную связь, что позволяет формировать на основе вариативной образовательной программы у студентов преимущественно инженерные компетенции. Корреляционный анализ проводится с использованием корреляционного коэффициента Спирмана. Рассматривалась Н0 гипотеза о наличии корреляционной связи и Н1 гипотеза (альтернативная) об отсутствии корреляционной связи.

Проводилось парное сравнение результатов представления студентов и работодателей о «процедура проектирования – инженерная компетентность». Определялось наличие корреляционной зависимости между этими данными. Выдвигалась H1 гипотеза – существует взаимосвязь между представлениями о востребованных компетенциях. Расчет проводился по критерию линейной корреляции Пирсона.

В общем виде формула для подсчета коэффициента корреляции Пирсона такова:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3)$$

где x_i — значения, принимаемые в выборке X,

y_i — значения, принимаемые в выборке Y;

\bar{x} — средняя по X, \bar{y} — средняя по Y.

Расчет коэффициента корреляции Пирсона предполагает, что переменные X и Y распределены нормально.

Для определения коэффициента корреляция использованы стандартные функции пакета EXCEL 2000.

Рассмотрим в качестве примера корреляционные зависимости исследуемых представлений между парами субъектов «Преподаватель-Работодатель», «Преподаватель-Студент», «Работодатель-Студент». В статье представлены такие известные инженерные компетенции (профессиональные), как решение задач отработки на технологичность изделия и разработка технологического процесса. Востребованность компетенций оценивалась в баллах по 100 бальной шкале.

Данные по каждой группе субъектов и каждой из 33 инженерных компетенций усреднялись путем вычисления среднеквадратичного значения балла.

$$x_{\text{ср.}} = \sqrt{\sum (x^2)}. \quad (4)$$

Расчеты выполнялись в среде Excel. Затем полученные значения попарно сравнивались.

Таблица 2 - Элемент обработки анкеты для попарного сравнения представления студентов и работодателей о процедурах проектирования и инженерной компетентности

Процедуры проектирования инженерная компетенция	Средняя оценка Востребованности (по 100 бальной шкале)		
	Студенты	Работодатели	Преподаватели
Обеспечивать технологичность изделий и процессов, оформляя результаты:			
- на качественном уровне;	15	82	93
- на количественном уровне;	3	28	17

Решение о наличии корреляционной связи определяется по выполнению строго неравенства $K_{\text{экс}} > K_{\text{крит}}$. Степень зависимости определяется в границах 0,7 – 1 – сильная степень корреляции, 0,4 – 0,7 - средняя степень корреляции, 0,2 – 0,4 – слабая степень корреляции.

В корреляционном анализе данного случая критическое значение $r_{\text{крит}} = 0,296$ при уровне ошибки $p \leq 0,05$ и объеме выборки $N = 33$ показателей. Так как $r_{\text{крит}} < r_{\text{ху}}$, то принимается гипотеза о зависимости представлений студентов и работодателей о процедурах проектирования - инженерные компетенции. Коэффициент корреляции Пирсона между парами «работодатели-студенты» на констатирующем этапе составил $r_{\text{ху}} = 0,306904$, что представляет слабую степень корреляции.

Такой тип зависимости определяет риск низкой востребованности выпускников из-за недостаточно корректной образовательной ориентации конструирования вариативной образовательной программы. Со стороны выпускников возможна слабая мотивация к обучению по инновационным усложненным дисциплинам, обусловленная недостаточным объективным представлением о приоритетах будущей профессиональной деятельности.

Аналогично определялась попарная корреляционная зависимость между представлениями преподавателей и работодателей о процедурах проектирования ТП и представлениями преподавателей.

В корреляционном анализе данного случая критическое значение $r_{\text{крит}} = 0,296$ при уровне ошибки $p \leq 0,05$ и объеме выборки $N = 33$ показателей. Так как $r_{\text{крит}} < r_{\text{ху}}$, то принимается гипотеза о зависимости представлений преподавателей и работодателей о востребованных компетенциях. Коэффициент корреляции Пирсона $K_{\text{экс}} = 0,535351$, что определяет среднюю степень корреляции. Таким образом, представления профессорско-преподавательского состава вуза отражали современный процесс конструкторско-технологической подготовки производства и перспективы его автоматизации. В то же время, не отмечается полного совпадения мнений работодателей и преподавателей, что определяет необходимость более

активного вовлечения этих субъектов в процесс конструирования образовательных программ, в коллегиальное взаимодействие.

Далее определялась корреляционная зависимость между представлениями преподавателей и студентов о процедурах проектирования технологического процесса.

В корреляционном анализе данного случая критическое значение $r_{\text{крит}} = 0,296$ при уровне ошибки $p \leq 0,05$ и объеме выборки $N = 33$ показателей. Так как $r_{\text{крит}} < r_{\text{ху}}$, то принимается гипотеза о зависимости представлений преподавателей и студентов о востребованных компетенциях. Коэффициент корреляции Пирсона $K_{\text{экс.}} = 0,674123$, что определяет среднюю степень зависимости. Таким образом, представления профессорско-преподавательского состава вуза и студентов достаточно близки. Преподавателям удается сориентировать студентов в мире инженерного труда и компетентности инженера в силу своих представлений об этой ситуации. Студенты в большинстве случаев видят свою профессию глазами преподавателей. В то же время, учитывая значительное расхождение между мнениями студентов и работодателей, мы сделали вывод о необходимости более активного взаимодействия этих субъектов при определении индивидуальных образовательных маршрутов, определяющих совокупность осваиваемых компетенций, виды привлеченных ресурсов и степень различных социально-профессиональных рисков.

Результаты расчетов корреляционных зависимостей для 33 позиций опроса на констатирующем эксперименте представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Коэффициенты зависимости между показателями «процедура проектирования - инженерная компетентность»

Субъекты конструирования	Коэффициент корреляции Пирсона экспериментальный	Коэффициент корреляции Пирсона критический	Вывод
Работодатель-преподаватель	0,535351	0,296	Существует корреляционная зависимость средней степени
Работодатель-студент	0,306904	0,296	Существует корреляционная зависимость слабой степени
Студент-преподаватель	0,674123	0,296	Существует корреляционная зависимость средней степени

Таким образом, мнение работодателей о процедурах проектирования технологического процесса в наибольшей степени знакомо преподавателям и в наименьшей степени самим студентам, что приводит к неоправданным затратам ресурсов всех субъектов университетского комплекса на формирование инженерных компетенций. Сводная таблица корреляционных расчетов дуального сравнения представлена ниже.

Процедуры проектирования технологического процесса недостаточно ориентированы на инженерные компетенции выпускников, недостаточно активны приоритетные субъекты конструирования - работодатели и студенты. В результате традиционные показатели качества процесса конструирования будут явно невысоки, а степень возможных рисков реализации таких конструкторов возрастает.

Затем было проведено исследование уровня инженерной компетентности выпускников. На этом этапе эксперимента для анализа полученных данных была сформулирована H_1 альтернативная гипотеза. H_1 : «Частота данных в выборках студентов различаются». Расчет производился с помощью программы «Педагогическая статистика». Результаты расчета статических показателей по критерию χ^2 квадрат представлены.

Полученные данные свидетельствуют о положительной динамике инженерной компетентности у студентов.

В целях улучшения качества образования и уменьшения трудоемкости проектирования технологических процессов мы донесли мнение работодателей до преподавателей и студентов. Совместно с работодателями была составлена образовательная программа подготовки студентов.

В сравнении с данными, полученными до совместной с работодателями, зависимость между представлениями студентов и работодателей увеличилась, что говорит о снижении риска невостребованности, неперспективности и неконкурентоспособности

Представления о востребованных компетенциях стали более устойчивыми. Зависимость носит ярко выраженный позитивный характер. Коэффициент корреляции значительно вырос и составил 0,516695 (при возможных значениях от -1 до 1), $r_{xy} = 0,516695$, что представляет среднюю зависимость.

Критическое значение $r_{крит} = 0,296$ при уровне ошибки $p \leq 0,05$ и объеме выборки $N = 33$ показателей. Так как $r_{крит} < r_{xy}$, то принимается гипотеза о значимой взаимосвязи представлений работодателей и студентов о востребованных компетенциях.

Аналогично определялась корреляционная зависимость между представлениями преподавателей и работодателей о процедурах проектирования - инженерной компетентности.

Зависимость между представлениями преподавателей о инженерных компетенциях и работодателей о процедурах проектирования возросла (коэффициент корреляции вырос и составил - 0,790694), что определяет более полное отражение в конструировании вариативной образовательной программы

специфики современных производственных отношений, производственно-технологического состояния современных производств.

В сравнении с данными, полученными на констатирующем эксперименте, зависимость между представлениями студентов и преподавателей стала несколько ниже, что объясняется тем, что студенты расширили понимание мира инженерного труда, усилилась их субъектная позиция, вырос внеучебный интерес к профессии и профессиональной деятельности и компетентность рассматривается не только через призму представления преподавателя.

Таблица 4 - Коэффициенты зависимости между представлениями о востребованных компетенциях на формирующем эксперименте

Субъекты конструирования	Коэффициент корреляции Пирсона	Коэффициент корреляции Пирсона после совместной работы с работодателями	Коэффициент корреляции Пирсона критический	Вывод
Работодатель-преподаватель	0,790694	0,535351	0,296	Существует корреляционная зависимость высокой степени
Работодатель-студент	0,516695	0,306904	0,296	Существует корреляционная зависимость средней степени
Студент-преподаватель	0,604262	0,674123	0,296	Существует корреляционная зависимость средней степени

Таким образом, результаты корреляционного анализа позволили корректно и обосновано провести отбор содержания образовательных программ инженерной подготовки будущих машиностроителей и грамотно провести сокращение учебного материала по технологии машиностроения для бакалавров. Не менее важным мы считаем производственный результат проведенного исследования. Он состоит в том, что были выделены процедуры технологического проектирования, которые могут быть отнесены к разряду типовых и рекомендованы для выполнения в автоматизированном режиме САПР ТП. Это способствует унификации и типизации ТП, сокращению трудоемкости их разработки и, в конечном счете, повышению эффективности машиностроительного производства.

Список литературы

1. **Белоновская, И.Д.** Конструирование вариативной образовательной программы в инженерно-технической подготовке / И.Д. Белоновская, К.Е. Цветкова // *Профессиональное образование. Столица.* – 2010. - № 2, февраль. – С. 30-31.
2. **Цветкова, К.Е.** Модель непрерывной многоуровневой подготовки специалистов для инновационных отраслей экономики / К.Е. Цветкова, И.Д. Белоновская, А.Е. Шухман // *Вестник ОГУ.* – 2011. - № 2. - С. 390-395.
3. **Белоновская, И.Д.** К вопросу выбора технологического оборудования непоточного производства / К.Е. Цветкова, И. Д. Белоновская, Ю.С. Осадчий // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук.* – 2011. - № 1 (3). – С. 524 – 527.
4. **Сердюк, А.И.** Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / А.И. Сердюк, А.Н. Поляков, К.В. Марусич [и др.] // *Вестник Тамбовского государственного технического университета.* – 2012. – Том 18, № 3. – С.598 – 602.