

приборов и индикаторов, а также путем применения специальных приемов демонстрации.

Таким образом, анализируя влияние эксперимента при преподавании физики в профильной школе, констатируем, что в основе дисциплин учебного плана «физический эксперимент», лабораторные исследования являются пропедевтико-адаптационными дисциплинами.

Важным системным педагогическим условием при структурировании содержания курса физики является раннее приобщение к осознанию социальной значимости избираемой профессии. Включение лицеистов в учебно-профессиональную деятельность осуществляется на базе разрабатываемых в лицее «технических» устройств для физического эксперимента.

Литература

1. М.Ю. Бокарев «Профориентированный процесс обучения в комплексе «Лицей-ВУЗ» М. – Калининград БГА РФ, 2001.
2. Дьяченко В.К. «Сотрудничество в обучении» М., 1991.
3. Луи де Бройль «По тропам науки» М.; 1962.

УПРАВЛЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ

Е.К. Артищева
кандидат педагогических наук
доцент кафедры естественнонаучных
и математических дисциплин КПИ ФСБ РФ
e-mail: smirnovaa2003@list.ru

Влияние педагогической диагностики на состояние вузовской успеваемости

В статье рассматривается проблема повышения вузовской успеваемости средствами педагогической диагностики. Представлены структура и инструментарий педагогической диагностики в учебном процессе вуза. При помощи статистических методов проведен анализ некоторых результатов эксперимента по применению педагогической диагностики для повышения успеваемости обучающихся

Ключевые слова: учебный процесс вуза, успеваемость, педагогическая диагностика, статистические методы, критерий Фишера F^* , L-критерий тенденций Пейджа

Вузовская успеваемость – показатель, достаточно нечетко определенный в практической педагогической деятельности. На выставляемые оценки, кроме самого важного и существенного фактора качества индивидуальных знаний студентов влияет множество искажающих факторов, обусловленных личными взаимоотношениями между преподавателем и студентом, представлениями преподавателя об идеальном уровне усвоения дисциплины, которую он ведет, эффектом масштабирования оценки, связанным с фоновым уровнем знаний студентов, систематичностью контроля и так далее. Тем не менее, именно успеваемость рассматривается в качестве важнейшего критерия при процедуре лицензирования вуза, именно успеваемость определяет надежды студента на материальную поддержку в виде стипендии и шансы на получение распределения по специальности после окончания вуза, и именно неуспеваемость главенствует в перечне причин отсева студентов из вуза. Таким образом, все педагогические усилия в плане внедрения новейших образовательных технологий в какой-то мере можно рассматривать как усилия, направленные на повышение успеваемости обучающихся. При этом в идеале должна существовать монотонная функциональная зависимость между качеством знаний как аргументом функции и успеваемостью как значением функции. Задача в данной постановке с большим или меньшим успехом реализуется в большинстве образовательных технологий на этапе построения диагностического блока. Таким образом, в практической педагогике сложился устойчивый взгляд на педагогическую диагностику в учебном процессе как средства объективного измерения знаний обучающихся, снижающего роль искажающих факторов при формировании успеваемости. Возникает вопрос, можно ли построить диагностический блок технологии обучения таким образом, чтобы не только видеть реальную картину успеваемости, но и способствовать ее повышению, в том числе предупреждать неуспеваемость студентов, не снижая уровня требований к усвоению изучаемого учебного предмета. Ответ на этот вопрос мы искали, проводя эксперимент на базе КПИ ФСБ РФ в рамках технологии блочно-модульного обучения с тест-рейтинговой системой оценки и контроля знаний курсантов.

На первом этапе эксперимента была выявлена структура педагогической диагностики в учебном процессе вуза, о которой в теоретической педагогике до сих пор не сложилось четкого представления. Многоаспектность диагностики как педагогического явления подчеркивается терминами, употребляемыми различными авторами фактически в синонимичном ряду - контроль, проверка, оценка, изучение результатов обучения (либо знаний, либо усвоения знаний, либо знаний, умений и навыков), педагогическая диагностика, психолого-педагогическая диагностика, педагогический контроль,

психологическая диагностика, педагогический мониторинг [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Анализ разнообразных источников показывает необходимость присутствия в диагностическом блоке любой образовательной технологии дидактического контроля, психологической, и социологической составляющей во взаимосвязи, но практического решения данные позиции не находят. Признается, что педагогическая диагностика в вузе имеет различные функции – контролирующую, оценивающую, констатирующую, прогнозирующую, управляющую, обучающую, корректирующую, воспитывающую, мотивационно-ориентирующую, но реализуется лишь часть таких. Нам представляется, что педагогическая диагностика структуры, изображенной на рис.1, достаточно полно куммулирует многообразие позиций по рассматриваемому вопросу.

Учет влияния различных компонентов объективной учебной среды			
<i>Диагностируемый признак</i> Психологический климат группы		ГРУППОВАЯ	<i>Диагностируемый признак</i> Фоновый уровень знаний группы
ПСИХО- ДИАГНОСТИКА		ПЕДАГОГ. ДИАГНОСТИКА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА	ДИДАКТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
<i>Диагностируемые признаки</i> Особенности мышления Личностные Свойства		ИНДИВИДУАЛЬНАЯ	<i>Диагностируемый признак</i> Индивидуальный уровень усвоения учебного предмета
Учет влияния различных компонентов объективной учебной среды			

Рис.1. Структура педагогической диагностики в учебном процессе вуза

Отметим, что диагностика учебного процесса не может быть возложена исключительно на преподавателя. Объективная психологическая диагностика – задача специальной вузовской структуры, которая часто существует формально, преподаватель же должен использовать данные специалистов, дополняя тем самым собственные представления о психологических особенностях студентов, полученные в ходе необъективных процедур. Составление

дидактических материалов, также задача не одного преподавателя, а целого коллектива, возможно, при участии психологов. Результатом комплексного анализа результатов всех компонент диагностики должна стать методика проведения занятий определенного периода обучения, включая средства проведения занятий, педагогические приемы соотнесения индивидуальной и групповой работы, индивидуальные рекомендации обучающимся, консультационную поддержку в системе факультативных занятий, выбор соответствующих материалов текущего контроля, акцентирование тезауруса учебной программы.

В ходе опытной и экспериментальной работы нам удалось подобрать адекватный рассматриваемой структуре инструментарий диагностики. Предварительная диагностика унифицирована и осуществляется методами дидактического аддитивного теста [1] и фронтального опроса, а также изучением данных психологической службы вуза по индивидуальным и групповым показателям. Текущая диагностика индивидуализирована и подразумевает сочетание всех известных инструментальных средств. В повседневной деятельности преподаватель чаще применяет малоформализованные методики – психологические методы наблюдения, беседы, анализа различных продуктов деятельности (в учебном процессе это, прежде всего, конспекты лекций, письменные работы, оформление доски при устном аудиторном ответе, шпаргалки, подготовленные к экзамену и т.п.) и традиционные методы дидактического контроля – фронтальный опрос, устная проверка знаний, письменный опрос, графическая проверка, лабораторный и практический контроль, работа с книгой. Используются также методики высокого уровня формализации - психологические и дидактические тесты, компьютерные обучающие программы (прежде всего их контрольный блок), бланковый программированный контроль, анкеты и опросники. Отдельно хочется выделить систему тестов коррекции знаний, используемых нашими преподавателями с учетом диагностических материалов, фонд ориентировочных тестов в настоящее время формируется в тематические сборники (например, [2]). Рубежная диагностика унифицирована – тест или традиционная письменная контрольная работа. Периодическая и итоговая диагностика унифицированы и предполагают сочетание письменного теста программного минимума с устным индивидуальным опросом.

Работа в рамках педагогической диагностики разработанной структуры привела, по нашему мнению, к повышению успеваемости. В то же время возникал ряд вопросов: является ли повышение успеваемости статистически значимым, не связано ли оно с различием контингента курсантов разных учебных групп или условиями обучения, влияла ли наполняемость групп на основные тенденции относительно успеваемости, не зависели ли результаты работы от состава

преподавателей, работающих в группах. Для ответа на часть этих вопросов было необходимо привлечь методы математической статистики.

Следует отметить, что проведение эксперимента на базе военного вуза значительно повышало его качество. Объективная учебная среда для учебных групп была практически единой, а для каждого обучающегося сходной в большинстве компонентов. Все преподаватели работали по единому тематическому плану для каждой специальности, использовались одни и те же контрольные материалы, как в экспериментальных, так и в контрольных группах. Рейтинговая оценка обучающихся проводилась по одинаковым рейтинговым таблицам. Курсанты имели практически одинаковое время самостоятельной внеаудиторной работы, организованной в одни и те же часы. Жестко контролировалось посещение занятий. Всего этого в рамках гражданского вуза достичь достаточно сложно.

Для сравнения сформированных учебных групп КПИ ФСБ РФ по потенциальной успеваемости мы использовали критерий Фишера F^* [9]. Потенциальная успеваемость прогнозировалась согласно следующим параметрам: средний балл аттестата, балл вступительного экзамена по математике, тест на интеллект, концентрация внимания, пространственное мышление, считывание информации. Предполагалось, что при оценке рассматриваемого параметра ниже 5.0 курсант может стать неуспевающим, выше – потенциально успевающим.

В качестве примера рассмотрим сравнение групп 1-02 и 2-02 на момент поступления в наш вуз. Выдвинем основную и альтернативную гипотезы.

Гипотеза H_0 (основная): Доли потенциально успевающих курсантов в сравниваемых группах не имеют существенных различий.

Гипотеза H_1 (альтернативная): Доли потенциально успевающих курсантов в сравниваемых группах существенно отличаются.

Для расчета критерия строим так называемую четырехклеточную, или четырехпольную таблицу, которая фактически представляет собой таблицу эмпирических частот по двум значениям признака: «потенциально успевает» - «потенциально не успевает». Участвуют в сопоставлениях, собственно, только доли по столбцу «потенциально успевает». Для расчетов был построен специальный шаблон в Excel (см. таблицу 1). Данные, которые заносились в шаблон Excel непосредственно, выделены курсивом.

Таблица 1

Расчетная таблица критерия φ^* , показатель «считывание информации»

Группы	Потенциально успевают		Потенциально не успевают		Суммы
	Количество испытуемых	Процентная доля	Количество испытуемых	Процентная доля	
1-02	1	3.030303	32	96.969697	33
2-02	1	2.941177	33	97.058823	34
Сумма	2		65		67

Величины φ , соответствующие процентным долям каждой из групп, вычислялись автоматически по формуле $\varphi = 2 \cdot \arcsin(\sqrt{P})$:

$$\varphi_1(3.030303) = 0.349938091 \quad \varphi_2(2.941177) = 0.34470118$$

Также в автоматическом режиме подсчитывалось эмпирическое значение φ^* :

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где φ_1 – угол, соответствующий большей процентной доле,

φ_2 – угол, соответствующий меньшей процентной доле,

n_1 – количество курсантов в группе 1-02,

n_2 – количество курсантов в группе 2-02.

Для простоты организации шаблона мы определяли φ^* с точностью до знака.

В данном случае $\varphi^* = 0.021430597$.

Определим, какому уровню значимости соответствует $\varphi^* = 0.021$. В этих целях используем специальные таблицы [9]. Имеем $p = 2.05$. Можно установить и критические значения φ^* , соответствующие принятым в гуманитарных исследованиях уровням статистической значимости:

$$\varphi_{кр1}^* = 1.64(p \leq 0.05), \quad \varphi_{кр2}^* = 2.31(p \leq 0.01)$$

Полученное эмпирическое значение φ^* находится в зоне незначимости. Принимается гипотеза H_0 . Доли потенциально успевающих курсантов в сравниваемых группах не имеют существенных различий. В данном случае этот вывод был достаточно очевидным, но так происходит не всегда.

Рассмотрим сводные данные по всем параметрам, по которым мы прогнозировали потенциальную успеваемость сравниваемых групп. Гипотеза H_0 была принята относительно показателей: балл вступительного экзамена по математике - $\varphi^* = 1.39$; тест на интеллект - $\varphi^* = 0.28$; концентрация внимания - $\varphi^* = 0.31$; пространственное мышление - $\varphi^* = 1.098$; считывание информации - $\varphi^* = 0.021$, то есть некоторые данные приближались к зоне неопределенности. Относительно

показателя средний балл аттестата $\varphi^* = 2.38$. Здесь H_0 не принимается. В группе 2-02 доля потенциально успевающих курсантов больше чем в группе 1-02. На основании анализа основных психологических показателей делаем вывод, что существенной разницы между группами по потенциальной успеваемости нет. Данные группы могут участвовать в педагогическом эксперименте как равнозначные. В то же время при определении экспериментальной группы следует отдать предпочтение группе 1-02, чтобы отбросить возможность основания успеха обучения на лидировании показателя балла аттестата.

По такой схеме был проведен анализ сопоставимости 20 пар групп по потенциальной успеваемости. 10 пар рассматривалось в эксперименте. некоторые пары были сформированы из групп разных лет набора (год набора – число после дефиса в номере группы), занятия в них проводили разные преподаватели. Существенность различий за два года обучения определялась путем применения критерия Фишера к результатам основных контрольных точек. Таблица 2 иллюстрирует, что в результате обучения при использовании целостной педагогической диагностики учебные результаты, выраженные в успеваемости в экспериментальных группах выше, чем в контрольных независимо от ведущих преподавателей (обозначены инициалами) и наполняемости групп.

Для определения статистической значимости сдвига в успеваемости при обучении групп использовался критерий L Пейджа [9]. Критерий применялся к каждой группе относительно подгрупп потенциальных неуспевающих, потенциальных лидеров и «средних» курсантов. Согласно критерию на уровне значимости не менее 0,01 подтвердилась гипотеза о неслучайности положительных сдвигов в успеваемости всех экспериментальных групп и относительно всех подгрупп. В контрольных группах однозначного подтверждения гипотезы не было. Так, в группах 2-01, 2-03, 2-04 имел место положительный сдвиг в отношении подгрупп потенциально неуспевающих курсантов, но не произошло изменений в подгруппах средних и сильных обучающихся. В группе 2-02 при положительном сдвиге в отношении подгруппы потенциально неуспевающих курсантов имел место отрицательный сдвиг в других подгруппах. В группах 2-06, 2-05 наблюдался положительный сдвиг в подгруппах «средних» курсантов, отрицательный сдвиг в подгруппах «сильных» и отсутствие изменений в подгруппах неуспевающих. В остальных группах наблюдался отрицательный сдвиг в подгруппах «сильных» курсантов при отсутствии сдвига в других подгруппах.

Таким образом, при помощи методов математической статистики мы получили подтверждение факта влияния системы педагогической диагностики на состояние успеваемости в вузе. Проведенный

эксперимент подтвердил все теоретические предпосылки об адекватности разработанной структуры и инструментария педагогической диагностики задачи повышения вузовской успеваемости.

Таблица 2

Различия между экспериментальными и контрольными группами

Экспериментальная группа	Контрольная группа	Существенность различий на этапе формирования	Существенность различий за два года обучения
1-02, 32 курсанта Преподаватели: Лекции - Е.К., Практика – Е.В.	2-02, 33 курсанта Преподаватели Лекции - Е.К., Практика – Т.В.	H_0 не принимается относительно показателя среднего балла аттестата – 2-02 «лучше»	Успеваемость 1-02 выше
1-01, 33 курсанта Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	2-01, 30 курсантов Преподаватели Лекции – Е.К., Практика – Н.Н.	H_0 не принимается относительно показателя среднего балла аттестата – 2-01 «лучше»	Успеваемость 1-01 выше
1-01, 33 курсанта Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	1-98, 27 курсантов Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	H_0 не принимается относительно показателя вступительного балла – 1-98 «лучше»	Успеваемость 1-01 выше
1-03, 24 курсанта Преподаватели Лекции – Е.К., Практика – Н.Н.	2-03, 25 курсантов Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	H_0 не принимается относительно показателя «считывание информации» - 2-03 «лучше»	Успеваемость 1-03 выше
1-04, 31 курсант Преподаватели: Лекции – Т.Вик., Практика – Т.В.	2-04, 30 курсантов Преподаватели: Лекции – Т.Вик., Практика – Е.В.	H_0 не принимается относительно показателя вступительного балла – 2-04 «лучше»	Успеваемость 1-04 выше
1-05, 24 курсанта	1-97, 25 курсантов	Группы сходны по всем показателям	Успеваемость 1-05 выше

Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Е.К.		
3-02, 33 курсанта Преподаватели Лекции – Е.К., Практика – Е.К.	2-02, 33 курсанта Преподаватели Лекции - Е.К., Практика – Т.В.	Н ₀ не принимается относительно показателя среднего балла аттестата – 2-02 «лучше»	Успеваемость 3-02 выше
2-05, 31 курсант Преподаватели: Лекции – Т.Вик., Практика – Т.В.	3-05, 25 курсантов Преподаватели: Лекции – Е.К., Практика – Т.В.	Группы сходны по всем показателям	Успеваемость 2-05 выше
1-06, 24 курсанта Преподаватели: Лекции – С.Н., Практика – С.Л.	2-06, 25 курсантов Преподаватели: Лекции – С.Н., Практика – С.Л.	Н ₀ не принимается относительно показателя вступительного балла – 2-06 «лучше»	Успеваемость 1-06 выше
1-07, 31 курсант Преподаватели: Лекции – Т.Вик., Практика – Т.В.	2-07, 30 курсантов Преподаватели: Лекции – Т.Вик., Практика – С.Л.	Группы сходны по всем показателям	Успеваемость 1-07 выше

Литература

1. Артищева Е.К. Оценка фоновое уровня знаний как способ диагностики результатов усвоения учебного предмета: Дис. ... канд. пед. наук. – Калининград: КГУ, 1997. - 273 с.
2. Артищева Е.К., Коваленко С.Н. Тесты коррекции знаний по математике. Числовые и степенные ряды: Методические указания.- Калининград: КПИ ФСБ России, 2008. – 58 с.
3. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика: Пер. с нем. - М.: Педагогика, 1991.- 238 с.
4. Кудяев М.Р. Корректирующий контроль в учебном процессе: дидактические основы построения и реализации системы: Автореф дис. ... д-ра пед. наук. - Майкоп: АГУ, 1998. – 48 с.
5. Лихачев Б.Т. Педагогика: Курс лекций. - М.: Юрайт, 2000.- 523 с.
6. Основы разработки педагогических технологий и инноваций/ Под ред. В.А. Пятина. – Астрахань: АГПУ, 1998. – 380 с.

7. Педагогика и психология высшей школы. / Под ред. С.И. Самыгина. – Ростов-на Дону: Феникс, 1998. – 544 с.

8. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс. Кн.1. Общие основы. Процесс обучения. – М: ВЛАДОС, 2000. – 576 с.

9. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2002. – 350 с.

И.Д. Рудинский
доктор педагогических наук,
профессор КГТУ,
e-mail: idru@yandex.ru,
О.В. Иванова
аспирант КГТУ
e-mail: oviva@bk.ru

Многокритериальное оценивание профессиональной компетентности руководителей образовательных учреждений

Рассматривается применение различных методов сведения многокритериальной задачи к однокритериальной при многокритериальном оценивании профессиональной компетентности руководителей образовательных учреждений.

Ключевые слова: многокритериальное оценивание, компетентность руководителя

В современном обществе качество образования приобретает всё большее значение ввиду реализации приоритетного национального проекта «Образование». Руководители образовательных учреждений (ОУ) – одно из важнейших звеньев в обеспечении качественного образования. Однако анализ тематической литературы, а также практика общения с представителями системы управления образованием свидетельствует об отсутствии общепринятой формальной системы оценивания руководителей ОУ, которая позволила бы управлять качеством реализации образовательного процесса.

По нашему мнению, наиболее полным, способным охватить все грани профессиональной компетентности руководителя ОУ в зависимости от целей и задач оценивания, является многокритериальный подход [3]. *Критерий* (гр. *kriterion* – признак для суждения) – признак, основание, мерило оценки чего-либо. Многокритериальный подход основывается на предположении, что профессиональную компетентность руководителя можно представить в

виде множества параметров и, оценив отдельно каждый параметр по определённым критериям, дать общую оценку компетентности. Многокритериальный подход работает аналогично повышению качества изображения с увеличением числа пикселей: чем больше количество критериев для оценивания, тем точнее полученная оценка. При $X \rightarrow \infty$ $K \rightarrow 100\%$, где X – количество применяемых критериев, K – точность результирующей оценки. Как и в случае с изображением, количество критериев ограничивается гносеологическими потребностями и техническими возможностями оценщика – лица, принимающего решения (ЛПР).

На сегодняшний день многокритериальное оценивание альтернатив активно используется во многих научных разработках, в том числе и в области образования [1].

Реализация многокритериального подхода для оценивания руководителей ОУ предполагает выполнение следующих этапов:

1. Декомпозиция множества образовательных учреждений на классы, внутри которых компетентность их руководителей может оцениваться по одним и тем же критериям;

2. Выделение видов деятельности, а также профессиональных, личных и иных качеств руководителя, которые должны учитываться при оценивании профессиональной компетентности и выбор соответствующих параметров;

3. Формулирование и формализация критериев, которыми должна характеризоваться «частная» компетентность по каждому параметру, и определение относительной важности каждого критерия;

4. Выбор шкалы значений для каждого критерия и способа проекции на нее фактических характеристик конкретного руководителя, а также выбор шкалы значений для итоговой (обобщенной) оценки профессиональной компетентности;

5. Определение способа агрегирования (свертки, обобщения) значений всех учитываемых критериев для получения однозначной итоговой оценки профессиональной компетентности.

В теории принятия решений под *свёрткой* понимается операция сведения многокритериальной задачи к однокритериальной. Существует множество различных методов свёртки: метод главного критерия, линейная свёртка, максиминная свёртка, метод идеальной точки и др. [5]. Однако для решения рассматриваемой задачи подходит не каждый метод. Основная проблема заключается в том, что большинство предлагаемых методов ориентированы на решение задачи выбора (поиск наилучшей альтернативы), тогда как в нашем случае решается задача оценивания всех альтернатив.

Для решения задачи выбраны методы, разработанные в рамках наиболее известных в мире направлений исследований в принятии

решений: метод SMART, метод анализа иерархии АНР, методы группы ELECTRE.

Метод SMART, предложенный В. Эдвардсом, является эвристическим методом, основанным на математической теории полезности. Метод можно представить как совокупность следующих этапов [4]:

1. Упорядочить критерии по важности.
2. Присвоить наиболее важному критерию оценку 100 баллов. Исходя из попарного отношения критериев по важности, дать в баллах оценку каждому из критериев.
3. Сложить полученные баллы. Произвести нормировку весов критериев, разделив присвоенные баллы на сумму весов.
4. Измерить значение каждой альтернативы по каждому из критериев по шкале от 0 до 100 баллов.
5. Определить общую оценку каждой альтернативы, используя формулу взвешенной суммы баллов.

Метод SMART не учитывает возможную зависимость критериев и их неаддитивность, однако прост и надёжен при практических применениях. По мнению автора [4], это считается наиболее значительным достоинством.

Метод анализа иерархии (англ. *the Analytic Hierarchy Process – АНР*), предложенный Т. Саати [6], заключается в иерархическом упорядочении альтернатив для получения их численных оценок. Одним из ключевых моментов метода АНР является попарное сравнение элементов одного уровня по силе их влияния на элемент более высокого уровня. Для этого числа, отражающие достигнутое при сравнении согласие во мнениях, помещают в матрицу и находят собственный вектор с наибольшим собственным значением. Собственный вектор обеспечивает упорядочение приоритетов, а собственное значение является мерой согласованности суждений. Далее, имея численные значения конкретной альтернативы по критериям, находят значения элементов более высокого уровня по формуле взвешенной суммы. Последним элементом будет являться цель иерархии.

В рамках АНР достоверность данных не проверяется. Это значимый недостаток, ограничивающий применение метода. Однако метод применяется главным образом в тех случаях, когда в принципе не может быть объективных данных, а ведущими мотивами для принятия решения являются предпочтения людей. При этом процедура парных сравнений для сбора данных практически не имеет достойных альтернатив. Если данные собраны с помощью опытных экспертов и не содержат существенных противоречий, то качество таких данных признается удовлетворительным [6].

Возможности применения АНР ограничены размерностями получаемых матриц суждений. Так, для оценивания согласованности суждений используется табличный показатель, значения которого определены только для матриц размерностью менее 15×15 [6].

Метод *ELECTRE* [4] основывается на попарном сравнении альтернатив. Оценка каждой альтернативы является относительной (по сравнению с другой альтернативой).

Методику оценивания можно представить следующими этапами:

1. На основании заданных оценок двух альтернатив подсчитываются значения индексов согласия и несогласия. Эти индексы определяют согласие и несогласие с гипотезой, что альтернатива A_i превосходит альтернативу A_j .

2. Задаются уровни согласия и несогласия, с которыми сравниваются подсчитанные индексы для каждой пары альтернатив. Если индекс согласия выше заданного уровня, а индекс несогласия - ниже, то одна из альтернатив превосходит другую. В противном случае альтернативы несравнимы.

3. Из множества альтернатив удаляются доминируемые. Оставшиеся образуют первое ядро. Альтернативы, входящие в ядро, могут быть либо эквивалентными, либо несравнимыми.

4. Вводятся более «слабые» значения уровней согласия и несогласия (меньший по значению уровень согласия и больший уровень несогласия), при которых выделяются ядра с меньшим количеством альтернатив.

5. В последнее ядро входят наилучшие альтернативы. Последовательность ядер определяет упорядоченность альтернатив по качеству.

Метод *ELECTRE* ранжирует альтернативы по предпочтению. Тем не менее, его модификация позволяет получить численные независимые оценки, представив в виде альтернатив значения оценочной шкалы.

Рассмотрим возможности обсуждаемых методов на примере оценивания профессиональной компетентности пяти руководителей образовательных учреждений по семи формальным критериям¹.

Предположим, лицом, принимающим решение, были выбраны семь критериев $C_1 - C_7$ для оценивания руководителей ОУ среднего образования:

Качество образования:

1. Успеваемость по результатам ЕГЭ;
2. Наличие учащихся-призёров региональных олимпиад;

¹ Для сокращения объема публикации формулы и методики расчета значений критериев не приводятся.

3. Наличие инновационной деятельности в ОУ, наличие экспериментальных площадок.

Условия учебного процесса:

4. Ресурсная обеспеченность учебного процесса;

5. Обеспечение санитарного режима.

Сохранение здоровья учащихся:

6. Организация обеспечения горячим питанием;

7. Организация обучения детей с отклонениями в развитии.

Полученные ЛПР частные оценки руководителей $A-D$ по критериям $C_1 - C_7$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Руководитель	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A	80	86	51	12	45	35	19
B	57	99	89	1	31	15	12
C	33	27	66	8	9	47	49
D	93	46	60	91	14	77	31
E	76	65	78	47	41	46	44

Метод SMART

Пусть ЛПР упорядочил предложенные альтернативы, распределил балльные оценки v_i критериев (табл. 2). Веса критериев (табл. 2) ω_i

получаем нормированием балльных оценок по формуле: $\omega_j = \frac{v_j}{\sum_j v_j}$, где

$j = \overline{1:7}$.

Таблица 2

Критерий	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
Балльная оценка	100	75	50	80	65	70	40
Вес критерия ω_i	0,21	0,16	0,1	0,17	0,13	0,15	0,08

Для получения оценок компетентности каждого руководителя воспользуемся взвешенной суммой оценок по критериям:

$K_i = \sum_j \omega_j k_{ij}$, где K_i – оценка компетентности i -го руководителя,

k_{ij} – оценка i -го руководителя по j -му критерию, $i = \overline{1:5}$, $j = \overline{1:7}$.

Полученные результирующие оценки компетентностей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Руководитель	A	B	C	D	E
Оценка	50	44	31	64	58

Метод АНР

Предположим, что ЛПР рассматривает следующую иерархию критериев оценивания компетентности (рис. 1).

Уровни иерархии



Рисунок 1. Иерархия профессиональной компетентности руководителя

На первом этапе необходимо выявить веса критериев. Процедура определения весов заключается в попарном сравнении критериев. В методе АНР применяются следующие значения оценок:

- 1 – критерии одинаково важны;
- 3 – незначительное превосходство одного критерия над другим;
- 5 – значительное превосходство одного критерия над другим;
- 7 – явное превосходство одного критерия над другим;
- 9 – абсолютное превосходство одного критерия над другим.

Количественные суждения о парах критериев (C_i, C_j) представляются обратнo-симметричной матрицей размера $n \times n$: $A = (a_{ij})$, $i, j = \overline{1:n}$, называемой *матрицей суждений* [7].

Элементы a_{ij} определяются по следующим правилам:

Если $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.

Если критерий C_i имеет одинаковую важность с критерием C_j , то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$; в частности $a_{ii} = 1$ для всех i .

Пусть на основании суждений ЛПР построены матрицы суждений третьего уровня иерархии A_1 - A_3 и матрица суждений второго уровня иерархии A_4 (табл. 4-7).

Следующий шаг – вычисление главного собственного вектора матрицы, который после нормализации становится вектором приоритетов. Воспользуемся приближённым значением собственного

вектора – средним геометрическим элементов каждой строки [7]: A_1 (0,56; 0,32; 0,12), A_2 (0,67; 0,33), A_3 (0,75; 0,25), A_4 (0,53; 0,33; 0,12).

Таблица 4

A_1	C_1	C_2	C_3
C_1	1	2	4
C_2	1/2	1	3
C_3	1/4	1/3	1

Таблица 5

A_2	C_4	C_5
C_4	1	2
C_5	1/2	1

Таблица 6

A_3	C_6	C_7
C_6	1	3
C_7	1/3	1

Таблица 7

A_4	H_1	H_2	H_3
H_1	1	2	3
H_2	1/2	1	3
H_3	1/3	1/3	1

В результате расчета собственных векторов матриц $A_1 - A_4$ мы получили не только относительные веса критериев первого уровня иерархии (на основании матриц суждений $A_1 - A_3$): $\omega_1 = 0,56$, $\omega_2 = 0,32$, $\omega_3 = 0,12$, $\omega_4 = 0,67$, $\omega_5 = 0,33$, $\omega_6 = 0,75$, $\omega_7 = 0,25$, но и веса группирующих их элементов второго уровня иерархии (на основании матрицы суждений A_4): $h_1 = 0,53$, $h_2 = 0,33$, $h_3 = 0,12$.

Далее необходимо проверить полученные значения на допустимость – матрицы суждений должны быть согласованными в пределах допустимых значений. Для оценивания степени согласованности в методе АНР используются следующие величины: индекс согласованности (ИС), случайный индекс (СИ), отношение согласованности (ОС). $ИС = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$, где λ_{\max} – максимальное собственное значение матрицы. Для поиска λ_{\max} матрица умножается на вектор приоритетов; компоненты полученного вектора делятся на соответствующие компоненты вектора приоритетов; среднее значение

из полученных чисел является λ_{\max} . СИ является табличным значением [7].

Значение ОС рассчитывается по формуле $OC = \frac{ИС}{СИ}$. Автор метода АНР указывает, что для согласованных данных ОС не должно превышать 0,1. Если ОС превышает указанную величину, то проведенные сравнения необходимо пересмотреть путем эмпирического подбора значений коэффициентов превосходства по важности одного критерия над другим.

Получаем следующие отношения согласованности для матриц A_1 и A_4 : 0,01 и 0,03, что удовлетворяет условиям методики. Для остальных матриц согласованность рассчитывать не надо, т.к. их порядок равен 2.

Формула для расчета уровня компетентности в поставленной задаче выглядит следующим образом:

$$K_i = 0,53(0,56C_{1i} + 0,32C_{2i} + 0,12C_{3i}) + 0,33(0,67C_{4i} + 0,33C_{5i}) + 0,14(0,75C_{6i} + 0,25C_{7i})$$

, где $i = 1, 2, \dots, 5$.

Полученные результирующие оценки компетентностей представлены в табл. 8.

Таблица 8

Руководитель	A	B	C	D	E
Оценка	53	44	23	62	55

Метод Electre

Индексы согласия и несогласия с превосходством альтернативы A_i над альтернативой A_j рассчитываются по методу Electre I следующим образом. Множество I , состоящее из N критериев, разбивается на три подмножества:

I^+ – подмножество критериев, по которым A_i предпочтительнее A_j ;

$I^=$ – подмножество критериев, по которым A_i равноценно A_j ;

I^- – подмножество критериев, по которым A_j предпочтительнее A_i .

Индекс согласия подсчитывается на основе весов критериев. Так, в методе ELECTRE I этот индекс определяется как отношение суммы весов критериев подмножеств I^+ и $I^=$ к общей сумме весов:

$$C_{A_i A_j} = \frac{\sum_{i \in I^+, I^=} \omega_i}{\sum_{i=1}^N \omega_i}$$

Индекс несогласия $d_{A_i A_j}$ с гипотезой о превосходстве A_i над A_j определяется на основе самого «противоречивого» критерия – критерия,

по которому A_j в наибольшей степени превосходит A_i . Чтобы учесть возможную разницу длин шкал критериев, разность оценок A_j и A_i относят к длине наибольшей шкалы:

$$d_{A_i A_j} = \max_{i \in I^-} \frac{l_{A_j}^i - l_{A_i}^i}{L_i}, \text{ где } A_i, A_j - \text{оценки альтернатив } A_i \text{ и } A_j \text{ по } i\text{-му критерию; } L_i - \text{длина шкалы } i\text{-го критерия.}$$

Вспользуемся для расчёта весами критериев, полученными в рамках метода SMART.

В таблице 9 представлены полученные индексы согласия, в таблице 10 – индексы несогласия.

Таблица 9. Индексы согласия

	A	B	C	D	E
A	*	0,74	0,67	0,29	0,5
B	0,26	*	0,60	0,39	0,26
C	0,33	0,40	*	0,18	0,23
D	0,71	0,61	0,82	*	0,53
E	0,5	0,74	0,77	0,47	*

Таблица 10. Индексы несогласия

	A	B	C	D	E
A	*	0,38	0,3	0,79	0,35
B	0,33	*	0,35	0,81	0,37
C	0,59	0,72	*	0,83	0,43
D	0,4	0,53	0,18	*	0,19
E	0,21	0,34	0,05	0,44	*

Применим последовательно следующие уровни согласия и несогласия: $\alpha_1 = 0,18$, $\gamma_1 = 0,83$, $\alpha_2 = 0,26$, $\gamma_2 = 0,81$, $\alpha_3 = 0,29$, $\gamma_3 = 0,79$, $\alpha_4 = 0,47$, $\gamma_4 = 0,53$, $\alpha_5 = 0,53$, $\gamma_5 = 0,53$. Получаем следующее ранжирование руководителей ОУ: $D \rightarrow E \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$. Если на последнем шаге применить иные уровни согласия и несогласия $\alpha_5 = 0,47$, $\gamma_5 = 0,53$, то получим другое ранжирование руководителей: $E \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$.

Кроме того, можно получить приближённые значения оценок компетентностей. Для этого на первом этапе находится второй числовой разряд оценки (альтернативы 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90), а на втором этапе – первый (альтернативы $x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$, где x – найденный на первом этапе второй числовой разряд оценки). Оценить по имеющимся критериям эти альтернативы можно следующим образом: чем дальше альтернатива от оценки по критерию, тем меньше её оценка. Для этого используем следующее правило: если

$k_j \geq \alpha_i$, то $a_{ij} = 100 - k_j + \alpha_i$, если $k_j < \alpha_i$, то $a_{ij} = 100 - \alpha_i + k_j$, где α_i – i -я альтернатива, k_j – j -я оценка руководителя, a_{ij} – оценка i -й альтернативы по j -му критерию. Необходимо отметить, что нет смысла рассматривать альтернативы, в которые не попадает ни одна оценка по критериям.

Например, в таблице 11 представлены оценки альтернатив оценок по оценкам критериев руководителя А. При этом исключены из рассмотрения альтернативы 0 и 90, т.к. в первый и десятый десятки не попадает ни одна из оценок по критериям руководителя А. Индексы согласия и несогласия представлены в таблицах 13,14. Так, при уровнях согласия и несогласия $\alpha = 0,6$, $\gamma = 0,36$ получаем единственную альтернативу – 50. Далее, построив соответствующие матрицы, получаем, что среди альтернатив 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 наилучшей при уровнях согласия и несогласия $\alpha = 0,53$, $\gamma = 0,1$ является 50.

Таблица 11. Оценки по альтернативам

A	80	86	51	12	45	35	19
10	30	24	59	98	65	75	91
20	40	34	69	92	75	85	99
30	50	44	79	82	85	95	89
40	60	54	89	72	95	95	79
50	70	64	99	62	95	85	69
60	80	74	91	52	85	75	59
70	90	84	81	42	75	65	49
80	100	94	71	32	65	55	39

Таблица 12. Индексы согласия

	10	20	30	40	50	60	70	80
10	*	0,17	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,53
20	0,83	*	0,25	0,25	0,4	0,4	0,53	0,63
30	0,75	0,75	*	0,4	0,4	0,53	0,53	0,63
40	0,75	0,75	0,75	*	0,53	0,53	0,63	0,63
50	0,75	0,75	0,6	0,6	*	0,63	0,63	0,63
60	0,75	0,6	0,6	0,47	0,37	*	0,63	0,63
70	0,6	0,6	0,47	0,37	0,37	0,37	*	0,63
80	0,6	0,47	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	*

Таблица 13. Индексы несогласия

	10	20	30	40	50	60	70	80
10	*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
20	0,06	*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
30	0,16	0,1	*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
40	0,26	0,2	0,1	*	0,1	0,2	0,3	0,4
50	0,36	0,3	0,2	0,1	*	0,1	0,2	0,3
60	0,46	0,4	0,3	0,2	0,1	*	0,1	0,2
70	0,56	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	*	0,1
80	0,66	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2		*

Полученные результирующие оценки компетентностей представлены в табл. 14.

Таблица 14

Руководитель	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
Оценка	50	39	33	69	50

Итоговые оценки профессиональной компетентности, полученные с применением рассматривавшихся многокритериальных методов, представлены в табл. 15.

Таблица 15

Руководитель Метод	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
SMART	50	44	31	64	58
АНР	53	44	23	62	55
ELECTRE	50	31	33	69	50

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. В методе ELECTRE попытка упорядочить альтернативы по уровню компетентности дала двойственный результат: альтернативы D и E при различных уровнях согласия и несогласия находятся в разном отношении. При ранжировании альтернатива B превосходит альтернативу C, при численном же выражении альтернатива C имеет балл 33, B – 31.

2. Известный недостаток линейной свёртки (метод SMART) – компенсация низкой оценки по одному критерию высокой по другому. Альтернатива B имеет по двум критериям с практически одинаковыми весами оценки 1 и 99 баллов. По методу ELECTRE оценка альтернативы B имеет существенно более низкий балл, что, вероятно, больше соответствует рассуждениям эксперта.

3. Наиболее интересным этапом АНР является расчёт весов критериев, т.к. исследования показывают, что человек не способен непосредственно назначать критериям корректные численные веса [2]. Расчёт оценок компетентности в АНР происходит в рамках линейной свёртки, но по иерархической структуре.

Возможно, лучшим вариантом построения многокритериальной системы оценивания компетентности руководителей ОУ следует признать расчёт весовых коэффициентов с применением метода АНР с последующим расчетом оценок компетентности по методу ELECTRE. Существенным ограничением здесь является количество критериев, не превышающее 15, поскольку метод ELECTRE не допускает иерархического упорядочения критериев.

По нашему мнению, совместное применение нескольких методов многокритериального оценивания позволит нивелировать специфические погрешности каждого отдельно взятого метода, но такой подход связан со значительными вычислительными сложностями и значительными трудозатратами. Конструктивным решением указанной проблемы может считаться создание программного «калькулятора компетентности», автоматизирующего все вычислительные процедуры и обладающего дружественным интерфейсом с пользователем – неспециалистом в области информационных и коммуникационных технологий. Реализация предложенного подхода и создание на его основе программного приложения позволит повысить объективность оценивания профессиональной компетентности руководителей ОУ, а органы управления образованием получат эффективный инструмент для мониторинга качества учебного процесса.

Литература

1. Аскеров Э.М. Особенности применения многокритериального подхода к оцениванию учебных достижений // Информационные технологии моделирования и управления: Научно-технический журнал. – Воронеж: Научная книга, 2008. – №1(44), с. 4-10.
2. Горский П. Введение в дисциплину «Поддержка принятия решений»: статья [Электронный ресурс]: <http://www.gorskiy.ru/articles/dmss/d0.html>.
3. Иванова О.В., Рудинский И.Д. Многокритериальный подход к оцениванию профессиональной компетентности преподавателей // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: Психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования): научный журнал. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2008. – №1(5), с. 87-90.
4. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002. – 392 с.: ил.
5. Орлов А.И. Теория принятия решений: Учебник. – М.: Экзамен, 2006. – 574 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993 – 320 с.