

А.Н. Домрачев, С.В. Риб

Сибирский государственный индустриальный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ» СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО»

В принятом в России федеральном государственном образовательном стандарте «Горное дело» (2011 г.) нашел отражение компетентностный подход к профессиональному образованию. При этом необходимые горному инженеру компетенции приобретаются в процессе лекций, практических и лабораторных занятий, учебной и производственных практик, научно-исследовательской работы. Сравнительный анализ учебных планов и программ российских и зарубежных университетов, реализация которых позволяет получить квалификацию «горный инженер», показал, что общие представления о необходимых современному горному инженеру профессиональных компетенциях во всем мире схожи. Одной из основных особенностей современного образования горного инженера является широкое использование современных образовательных технологий, компьютерных комплексов для 3D-моделирования месторождений и проектирования, а также электронных информационных ресурсов [1].

В связи с непрерывным развитием и совершенствованием техники и технологии ведения горных работ возникла проблема отставания методического обеспечения учебного процесса от фактического состояния предмета обучения на действующих предприятиях и необходимость непрерывного обновления знаний, умений и навыков у будущих специалистов.

Решение проблемы путем ежегодного обновления учебных планов (с последующей корректировкой рабочих программ, методических указаний, фондов оценочных средств и т.д.) пока не дало нужного эффекта. По мнению авторов решена рассматриваемая проблема может быть путем внедрения компьютерных лабораторных работ (КЛР). Эффективность обучения с помощью КЛР обусловлена прежде всего возможностью студентов непосредственно взаимодействовать с материалом курса. В систему оценки КЛР заложена проверка соответствия полученных результатов существующему и перспектив-

ному уровням развития техники и технологии ведения горных работ.

Одной из существенных особенностей реализации компьютерной лабораторной работы по дисциплине «Технология отработки пологих пластов» [2 – 5] является встроенный расчет технико-экономических показателей, которые могут быть использованы для сравнения эффективности предлагаемых технических решений с достигнутыми на передовых шахтах Кузбасса и других регионов со сходными горно-геологическими условиями.

В качестве участков-аналогов могут быть приняты объекты, характеристика которых приведена в таблице.

Для реализации такого сравнения предлагается использовать интегральную оценку эффективности принимаемых решений, которая базируется на показателе интегрального функционала. Этот функционал определяется как результат математического сопоставления принятых показателей эффективности сравниваемых вариантов с помощью специального метода теории принятия сложных решений [6]. Для оценки n вариантов решения с аналогичным комплексом показателей (критериев) эффективности $\{I_i\} = I_1, I_2, \dots, I_m$ формируется прямоугольная матрица A из показателей проектов размером $m \times n$ (где m – количество учитываемых показателей; n – количество вариантов решения):

$$A = \{I_{ij}\} = \begin{pmatrix} I_{11} & I_{12} & \dots & I_{1j} & \dots & I_{1n} \\ I_{21} & I_{22} & \dots & I_{2j} & \dots & I_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{i1} & I_{i2} & \dots & I_{ij} & \dots & I_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{m1} & I_{m2} & \dots & I_{mj} & \dots & I_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

В приведенной матрице I_{ij} – значение i -го технико-экономического показателя для j -го варианта технологической схемы очистного участка. Каждый вектор-столбец $\{I_j\}$ соответствует одному

Характеристика объектов для создания матрицы выбора показателей эталонного проекта

Шахта, пласт	Мощность, м	Суточная добыча, т/сут	Очистной комбайн, мощность режущей, кВт	Проходческий комбайн, мощность режущей, кВт	Удельное проведение выработок, м/1000 т
Им. В.Д. Ялевского, пл. 50	3,20 – 3,60	38740	SL-900, 2×450	МВ-670, 270	3,40
Им. В.Д. Ялевского, пл. 52	4,50	26798	SL-500, 2×450	П-110, 2×55	3,10
Талдинская-Западная 2, пл. 70	4,37	12900	SL-500, 2×450	МВ-670, 270	2,95
Алардинская, пл. 3	3,60	9448	KSW-1140 2×250	КСП-32, 110	4,26
Ерунаковская VIII, пл. 48	2,10	8700	KSW-460, 2×250	КП-21, 110	5,37
Усковская, пл. 50	2,66	8200	KSW-460, 2×250	КП-21, 110	4,95
Есаульская, пл. 26а	2,10	4724	KSW-460, 2×250	КП-21, 110	5,43

набору показателей для определенного варианта. Чтобы оценить принятое решение по совокупной оценке эффективности, требуется вычислить для каждого варианта значение некоторого функционала $K_{\text{инт.}j} = f\{I_{ij}\}$. По значениям этих функционалов составляется убывающий или возрастающий ряд сравниваемых вариантов решений:

$$K_{\text{инт.}1} \geq K_{\text{инт.}2} \geq \dots \geq K_{\text{инт.}j} \geq \dots \geq K_{\text{инт.}n} \quad (2)$$

Методом суммарных среднеквадратичных отклонений можно определить параметры «эталонного решения», когда в каждой строке (1) найдены оптимальные значения, соответствующие минимуму или максимуму показателя. Эти эталонные значения независимо от того, какому варианту решения они принадлежат, в комплексе составляют условное эталонное решение. Следующим шагом является переход к безразмерной относительной форме с помощью величины

$$\delta_{ij} = \frac{|I_i^{\text{эт}} - I_{ij}^{\phi}|}{|I_i^{\text{max}} - I_i^{\text{min}}|} \quad (3)$$

где $I_i^{\text{эт}}$ – значение i -го показателя для эталонного решения; I_{ij}^{ϕ} – значение i -го показателя для j -го варианта решения; I_i^{max} и I_i^{min} – максимальное и минимальное значение i -го показателя.

После вычисления по формуле (3) относительных отклонений модель натуральных значений показателей заменяется матричной моделью относительных отклонений

$$\{\delta_{ij}\} = \begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1j} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2j} & \dots & \delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{i1} & \delta_{i2} & \dots & \delta_{ij} & \dots & \delta_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} & \dots & \delta_{mj} & \dots & \delta_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

В качестве суммирующей функции по j -му варианту обоснована квадратичная средняя арифметическая функция

$$K_{\text{инт.}j} = f(\delta_{ij}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \varphi_i)^2} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где φ_i – коэффициент важности i -го показателя.

С учетом вышеизложенного формула для определения итоговой оценки принятых в компьютерной лабораторной работе технических решений может быть представлена как

$$S = S_0 - \sum_{i=1}^N p_i - \sum_{j=1}^M q_j - k \frac{r}{R}, \quad (6)$$

где S_0 – максимально возможная оценка; p_i – значение i -го показателя несоответствия требований нормативным документам по промышленной безопасности в угольной отрасли; q_j – значение j -го показателя несоответствия типовым технологическим схемам подготовки и отработки угольных пластов; k – весовой коэффициент учета влияния расчетных технико-экономических показателей; r – позиция в ранжировке по значениям $K_{\text{инт.}j}$; R – общее число позиций в ранжировке по значениям $K_{\text{инт.}j}$.

В качестве элементов множества критериев предлагается использовать относительные показатели: нагрузку на очистной забой с одного метра мощности пласта; удельную протяженность подготовительных выработок на 1000 т; участковую себестоимость угля, руб./т; фактическую удельную энергоёмкость подготовительных и очистных работ.

Выводы. Предложенный подход позволит повысить эффективность использования компьютерных лабораторных работ в учебном процессе и приблизить обучение к реальным условиям принятия технологических решений на горных предприятиях Кузбасса (юг Кузбасса).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казанин О.И., Дребенштетт К. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 369 – 375.
2. Домрачев А.Н., Риб С.В. Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2018. № 3 (25). С. 18 – 21.
3. Домрачев А.Н. Алгоритм и структура контента обучающе-тестирующей программы для базовых дисциплин специальности 130400 «Горное дело». – В кн.: Научные разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 184 – 187.
4. Домрачев А.Н., Риб С.В. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 3 (17). С. 8 – 10.
5. Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка // Известия Тульского государственного университета. 2018. № 1. С. 159 – 165.
6. Бурчаков А.С., Малкин А.С., Устинов М.И. Проектирование шахт: учебник для вузов по специальности «Технология и комплексная механизация подземных разработок месторождений полезных ископаемых» / Под общ. ред. А.С. Бурчакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 399 с.

© 2018 г. А.Н. Домрачев, С.В. Риб
Поступила 9 ноября 2018 г.