

**МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНЫХ НАВЫКОВ В
ПРАКТИКЕ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБУЧЕНИЯ**

**MONITORING OF COGNITIVE SKILLS DEVELOPMENT IN THE
PRACTICE OF UNIVERSITY TEACHING**

Волов В.Т., Гилев А.А.

Volov V.T., Gilev A.A.

Аннотация

Рассмотрены проблемы методического обеспечения мониторинга развития когнитивных навыков. Разработанная комплексная методика позволяет по результатам решения тестовых учебных задач вычислить среднюю интегральную оценку уровня овладения когнитивными операциями анализа, сравнения, обобщения и логичности умозаключений при обработке вербальной и образной информации. Результаты диагностики служат основанием для оценивания эффективности учебного процесса, а также для его индивидуализации и осуществления коррекции.

Ключевые слова: когнитивные операции, диагностика уровня выполнения когнитивных операций, теория тестирования IRT.

Abstract

The problems of methodical support monitoring the development of cognitive skills. The comprehensive method allows the results of the test solution of educational problems to calculate the average cumulative assessment of the level of mastering the cognitive analysis, comparison, generalization and logical reasoning in the processing of verbal and pictorial information. diagnostic results serve as a basis for evaluating the effectiveness of the educational process, as well as for its individualization and the implementation of correction.

Key words: cognitive operations, diagnostics of effecting cognitive operations, Item Response Theory (IRT).

Введение

В профессиональном образовании любого технического направления базовыми являются познавательные процессы, процессы поиска, переработки и применения значимой информации, называемые когнитивными (от «cognition» – познание, англ.). Умения и навыки быстро перерабатывать большие объемы информации, отделяя существенное от несущественного, выдвигать гипотезы, формировать умозаключения, принимать решения, анализировать, сравнивать и оценивать их последствия – эти когнитивные качества сегодня становятся самыми значимыми в структуре квалификационных характеристик выпускника вуза, а формирование когнитивных компетенций – важнейшей целью современных образовательных стандартов. Однако, в учебных планах высшей школы, в том числе инженерно-технической, развитие операционального компонента этих компетенций, ответственного за мыслительные операции над элементами знания, долго оставалось без должного внимания, допуская стихийность их изменений, а оценивание преподавателем достигнутого уровня развития мыслительных операций чаще всего происходило интуитивно лишь на основе имеющегося опыта. Проблема измерения уровня развития мыслительных операций в процессе обучения оказывается существенно более сложной, чем определение уровня освоения знаний по

двум причинам. Первая причина заключена в междисциплинарном характере когнитивных навыков, и как следствие, в отсутствии отдельных дисциплинарных методик их диагностики. Вторая причина сводится к невозможности использования разработанных рядом компаний методов оценивания компетенций, которые, по сути, являются описанием признаков (индикаторов) поведения работника при эффективном выполнении той или иной деятельности. Они малопригодны к оцениванию уровня компетенций, формирующихся в процессе обучения студентов. Для предприятий важен имеющийся у работника уровень компетенций, а для образовательного учреждения – положительная динамика его изменения и анализ факторов, этому способствующих.

Целью исследования является разработка методики измерения уровня развития когнитивных навыков в операциях, совершаемых над понятиями учебных дисциплин. Уровень их развития обусловлен содержательным наполнением двух блоков – знаниевого блока, состоящего из систематизированных и структурированных общих и профессиональных знаний, и операционального блока, содержащего когнитивные операции. Основная часть знаний, присутствующих в первом блоке, может быть организована в так называемые обобщенные схемы или когнитивные структуры, предназначенные для извлечения из окружающего мира информации и ее последующего анализа. Содержимое операционального блока определяется множеством опробованных и проверенных на практике схем или шаблонов умственных действий, используемых как в учебной деятельности, так и в профессиональной. Внешним проявлением уровня сформированности указанных блоков будет компетентное поведение субъекта в процессе решения проблемы или задачи. Оно будет сложным и дифференцированным в случае сложности и развитости используемых когнитивных структур и операциональных схем. Разработка методов оценивания уровня развития когнитивных навыков, их дальнейшее использование в рамках учебных дисциплин является важной методической проблемой [1]. Для измерения достигнутого уровня развития когнитивных операций необходимо формирование системы измеряемых индикаторов.

Материал и методы исследования

Получить информацию об уровне развития когнитивных умений и возможной динамики их изменений можно, оценивая процесс решения им учебных задач и измеряя степень развития и сформированности мыслительных операций. Тестовые задачи выступают в качестве диагностирующего воздействия, реакция на которое содержит информацию об уровне совершаемых в процессе решения основных мыслительных операций, которые, как правило, в учебных задачах встречаются лишь в различных комбинациях друг с другом. За систему измеряемых индикаторов уровня сформированности когнитивных операций можно взять качество основных комбинаций действий, выполняемых учащимися в решении учебных задач. В работах авторов [2, 3] на примере курса физики технического университета показано, что из всех возможных сочетаний

когнитивных операций обработки вербальной и образной информации в учебных физических задачах, в основном, присутствуют следующие:

1. Выделение существенных и несущественных признаков понятий, их дифференциация (сочетание операций анализа и сравнения понятий).

2. Классификация понятий на основе выделения существенных признаков (сочетание операций анализа, сравнения и классификации).

3. Объединение понятий по какому-то признаку и исключение понятий, ему не удовлетворяющих (комбинация операций сравнения и обобщения).

4. Установление количественных отношений (комплекс операций анализа, сравнения и логического мышления в решении силлогизмов).

5. Выявление логических закономерностей (совокупность операций анализа, синтеза, умения формировать гипотезы и логического мышления).

6. Разбиение модели объекта на отдельные части, их анализ, объединение и сравнение (диагностика качества операций анализа, синтеза и сравнения).

Перечисленные когнитивные индикаторы под номерами 1...6 в совокупности являются характеристиками достигнутого уровня операциональной составляющей когнитивных компетенций. Они могут быть измерены как вероятности b_1, \dots, b_6 выполнения отдельным студентом соответствующих тестовых заданий, предназначенных для их измерения. Примеры учебных задач, используемых в качестве тестов для измерения величин индикаторов b_1, \dots, b_6 , описаны в работах [2, 4]. После выполнения батареи тестов, содержащих задания для измерения перечисленных индикаторов, может быть определена средняя интегральная оценка j -го студента K_j

$$K_j = \frac{1}{6} \cdot \sum_{k=1}^{k=6} b_{jk} ,$$

характеризующая достигнутый им уровень выполнения когнитивных операций. Однако, эти оценки, выраженные измеряемой индикаторной переменной b_j или K_j , зависят от сложности тестовых заданий и не являются однозначными характеристиками уровня выполнения когнитивных операций, они являются лишь их мерой. Оценки b и K рассматриваются как случайные события, зависящие от ряда факторов, в том числе от степени подготовленности студента и трудности тестовых заданий. При выполнении тестов различной сложности оценки, полученные одним студентом, могут существенно различаться.

Результаты измерений и их обсуждение

По рассмотренным тестовым задачам были проведены контрольные измерения в группах студентов технических направлений. Надежность используемых тестов, определенная как коэффициент корреляции Пирсона результатов двух последовательных тестирований студентов через короткий промежуток времени, была в диапазоне от 0,75 до 0,88. Была сформирована бинарная матрица тестовых результатов и определена мера сложности каждой задачи g , как отношение числа правильно ответивших на вопрос, к полному числу участников тестирования. Также были определены оценка каждого участника b на отрезке $[0,1]$, как относительная доля правильно

решенных им задач, средняя оценка b_{cp} всей группы тестируемых, и другие параметры распределения результатов измерений: дисперсия D , среднеквадратичное отклонение σ , медиана, асимметрия и эксцесс. Эти параметры описывают особенности функции распределения плотности вероятности правильного ответа по оценочной шкале b . Классический вариант обработки результатов тестирования позволяет провести дифференциацию студентов по оценкам тестирования. Однако, эти оценки, выраженные измеряемой индикаторной переменной b , зависят от сложности тестовых заданий и не являются однозначными характеристиками достигнутого уровня сформированности когнитивных операций. Они не могут быть использованы в качестве однозначного индикатора успешности обучения когнитивным операциям и малоприспособны для измерения динамики их изменения.

Иной подход реализован в современных методах обработки результатов тестирования. Теория тестирования Item Response Theory (IRT), известная в отечественных публикациях как теория моделирования и параметризации педагогических тестов, позволяет при обработке результатов тестирования за счет введения различных моделей получить больше информации о достижениях испытуемых. В однопараметрической модели Г. Раша [5] тестовая оценка зависит от уровня подготовленности студента θ и уровня сложности задания β . Эти переменные измеряются в логитах на интервальной шкале. Для определения значений переменных $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ и $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_M$, характеризующих уровень достижений j -го студента и сложность i -го задания, достаточно информации, содержащейся в бинарной матрице первичных ответов студентов. Значения этих переменных удовлетворяют системе уравнений:

$$\begin{cases} b_j - \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M \{1 + \exp[-1,702 \cdot (\theta_j - \beta_i)]\}^{-1} = 0 \\ g_i - \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \{1 + \exp[-1,702 \cdot (\theta_j - \beta_i)]\}^{-1} = 0 \end{cases} \quad (i=1, \dots, M; j=1, \dots, N)$$

Итогом ее решения являются не только числовые значения переменных $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ и $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_M$, но и функции успеха $P_j = P_j(\beta)$, построенные персонально для каждого j -го студента, уровень обученности которого θ_j известен. Они определяют вероятность правильного выполнения j -ым испытуемым различных по сложности заданий. При использовании методики для измерения успешности обучения группы студентов необходимо «сшивание» результатов разных или одинаковых, но выполненных в разное время тестов. Без «сшивания» невозможно сопоставление результатов тестирования различных групп и мониторинг динамики изменения уровня развития когнитивных операций отдельно взятой группы. Сшивание результатов тестирования делает возможным наблюдение за изменением среднего уровня достижений отдельной группы и сопоставление когнитивного развития групп различного возраста. В качестве индикатора

уровня достижений группы будем использовать параметр θ_{CP} , усредненный по тестируемым учащимся:

$$\theta_{\text{CP}} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \theta_i$$

Данный параметр не зависит от сложности теста и может быть использован для наблюдения за изменением среднего уровня выполнения когнитивных операций группы в целом. Так на основе результатов выполнения учебных тестовых задач, предназначенных для измерения индикаторов $\mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{b}_6$ уровня выполнения когнитивных операций [2, с.186] школьниками 10-х классов и студентами 1-2 курсов, были вычислены значения параметра θ_{CP} , характеризующего эти возрастные группы: $\theta_{\text{CP}} = -0,58$; $\theta_{\text{CP}} = 0,08$; $\theta_{\text{CP}} = 0,57$ логит. Для них вероятности правильного выполнения тестового задания заданной сложности различны. Увеличение среднего группового уровня совершения когнитивных операций θ_{CP} с возрастом тестируемых связано с их интеллектуальным развитием, описывает интегральный развивающий эффект процесса обучения.

Выводы

Возможность следования стандартам поведения в процессах переработки и осмысления информации, решения проблем и задач и передачи результатов решения, названная когнитивными компетенциями, может и должна быть результатом специально организованного обучения. Оно направлено на развитие у студентов когнитивных способностей, логического мышления. Специалист, получивший такое образование, легко приспосабливается к быстро изменяющимся требованиям рынка труда и демонстрирует лучший профессиональный рост. Основные проблемы организации такого обучения – в методическом обеспечении мониторинга развития когнитивных навыков. Разработанная комплексная методика позволяет по результатам решения тестовых учебных задач вычислить среднюю интегральную оценку уровня овладения когнитивными операциями анализа, сравнения, обобщения и логичности умозаключений при обработке вербальной и образной информации. Результаты диагностики служат основанием для оценивания эффективности учебного процесса, а также для его индивидуализации и осуществления коррекции.

Список литературы

1. Андреев, В.И. Педагогическая эвристика для творческого саморазвития многомерного мышления и мудрости / В. И. Андреев. - Казань: Центр инновационных технологий, 2015. – 268 с.
2. Гилев, А.А. Методическая система развития когнитивных компетенций студентов при обучении физике: монография / А.А. Гилев. – Самара: СГАСУ, 2016. – 324 с.
3. Гилев, А.А. Основные индикаторы когнитивных компетенций // Вестник Самарского государственного технического университета, серия «Психолого-педагогические науки». – № 1 (21). – 2014. – С. 58-67.
4. Гилев, А.А. Измерение уровня логичности умозаключений // Известия ЮФУ. Педагогические науки. – № 8. – 2011. – С. 175-180.
5. Чельшкова, М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Уч. пособие. – М.: Логос, 2002.