УДК 37.013

Фоміна М.В., Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Фоміна Марина Василівна – аспірантка кафедри педагогіки та психології управління соціальними системами Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Коло наукових інтересів – психолого-педагогічні аспекти підготовки інженерних кадрів, питання вибору та структурування змісту професійної освіти.

Методика педагогічного експерименту по визначенню ефективності психолого-педагогічної підготовки інженерів

У даній статті описується проведений автором педагогічний експеримент. Його метою було виявлення ступеня впливу на ефективність вивчення студентами дисциплін психолого-педагогічної підготовки таких факторів, як її структурування відповідно до майбутньої професійної діяльності учнів та застосування на практичних заняттях сучасних активних методів навчання.

In given article the pedagogical experiment carried out by the author is described. Its purpose was revealing a degree of influence on efficiency of studying by students of disciplines of psychological-pedagogical preparation of such factors, as its structurization according to the future professional work of pupils, and also application on practical employment of modern active methods of training.

Сучасний рівень розвитку суспільного виробництва в Україні висуває нові вимоги до професійної компетентності та особистих якостей кожного фахівця. Це, у свою чергу, ставить перед національною вищою школою завдання, пов’язані з необхідністю реформування системи освіти і, зокрема, з модернізацією змісту професійної підготовки інженерних кадрів. Внаслідок того, що протягом останніх років усе більшого розвитку набуває тенденція урахування ролі людського чинника в усіх сферах виробничої діяльності, в системі інженерної освіти виникає необхідність посилити акцент на поглиблення вивчення дисциплін психолого-педагогічного циклу. Це пов’язано, перш за все, з тим, що саме ці дисципліни дозволять кожному студенту вивчити основні психологічні і педагогічні аспекти взаємодії і взаємовпливу людей у процесі їхньої майбутньої професійної діяльності, які б сприяли оптимальному розвитку виробництва та забезпечували бажані його результати.

Про ефективність психолого-педагогічної підготовки, як, втім, і економічної, правової, управлінської та інших, можна судити за наслідками педагогічних досліджень, що проводяться у кожній з вибраних галузей. У зв’язку з цим особливої *актуальності* набувають проблеми сучасної організації і

наукового обґрунтування педагогічних досліджень, вибору адекватних методів обробки, аналізу та інтерпретації одержаних результатів. Дійсно, адже від якості й достовірності отриманих результатів і вироблених відповідно до них рекомендацій залежать формування змісту психолого-педагогічної підготовки, її організація і, відповідно, результат.

Питанням методології і методики педагогічних досліджень у вітчизняній і зарубіжній педагогічній літературі присвячені роботи С.І. Ар-хангельського, Ю.К. Бабанського, В.П. Беспаль-ка, П.М. Воловика, С.У. Гон-чаренка, Б.С. Гер-шунського, Н.В. Кузьміної, І.П. Підласого та ін. Конкретним педагогічним дослідженням присвячені роботи багатьох вчених. Так, у галузі управлінської підготовки інженерів відомі дослідження О.Г. Романовського, методології підготовки інженера-педагога – О.Е. Коваленко, управління освітою – В.І. Лугового, військової дидактики – В.В. Ягу-пова. В цей же час залишається недостатньо дослідженим застосування у ході педагогічного дослідження математичних методів в обробці отриманих результатів.

Необхідно відзначити, що під педагогічним дослідженням розуміється, як відзначає відомий російський вчений В.М. Полонський, процес і результат наукової діяльності, спрямованої на одержання нових знань про теорію та методику організації навчально-виховного процесу, його зміст, принципи, організаційні методи та прийоми [1].

На сьогодні ще остаточно не вирішено питання про систему і класифікацію методів наукового дослідження в педагогіці. Так, автори роботи [2] вказують, що для подальшого розвитку педагогіки як науки необхідна класифікація методів, пов'язана з відносною відмінністю емпіричного і теоретичного рівнів наукового пізнання.

До *емпіричного* рівня відносяться методи наукового пізнання, що безпосередньо пов'язані з реальністю, яка є предметом наукового пізнання, і з практикою. Ці методи забезпечують накопичення, фіксацію та узагальнення висхідного матеріалу для створення педагогічної теорії. До них відносяться наукове спостереження, різні види наукового експерименту, робота з науковими фактами – опис отриманих результатів, класифікація фактів, їх систематизація, різні способи аналізу і узагальнення. Аналіз і узагальнення ведуть вже до теоретичного рівня наукового пізнання. *Теоретичному* ж рівню наукового пізнання відповідають методи, які забезпечують розробку наукової теорії як логічно структурованих знань про об'єктивні закони дійсності. До числа цих методів відносяться наукова абстракція, ідеалізація, уявні моделі, наукові ідеї і гіпотези, дедуктивні методи формалізації та ін.

Відмінності між групами методів визначаються об'єктивними якісними відмінностями у змісті і способах наукової діяльності, а також у характері самого процесу пізнання. Проте потрібно підкреслити, що ці відмінності водночас є відносними. Емпіричне пізнання неможливе без теоретичного роздуму, без понять, гіпотез і теорій. В той же час теорія, навіть найабстрактніша, завжди спирається на практику, орієнтується на об'єктивну реальність. В педагогіці, так само як і в інших науках, наукове пізнання є процесом доцільної взаємодії емпіричних і теоретичних методів.

Б.І. Бухалов, О.Г. Дубов та Т.І. Шамова виділяють три типи досліджень, хоча, як вони самі зазначають, термінологія, яка використовується ними, є досить умовною: фундаментальні, прикладні і практичні. Метою *фундаментальних* досліджень є відкриття, пояснення нових, раніше невідомих, явищ у педагогіці. Головною їх особливістю є розширення знань про предмет дослідження, його зв'язки і взаємостосунки з іншими явищами і процесами, що відносяться до суміжних або навіть віддалених галузей наукового знання. *Прикладні* дослідження, для яких фундаментальні виступають основою, спрямовані на розкриття часткових проблем, що розглядаються в педагогіці. *Практичні* ж дослідження, що ґрунтуються на прикладних, мають своїм завданням довести результати попередніх досліджень до конкретної реалізації у навчально-виховному процесі.

Незалежно від класифікації методів педагогічних досліджень необхідно відзначити, що кожен з них пов'язаний з подоланням певних суперечностей, які існують, перш за все, між різноманіттям педагогічних явищ і деякою неминучою обмеженістю будь-якої конкретної теми дослідження, коли спроба аналізу не дає можливості достатньо глибоко проникнути в

сутність явища. Необхідно відзначити, що динамічність, багатозначність і суперечність педагогічних явищ значною мірою визначають і інструментування дослідження їх різних сторін за допомогою множини взаємопов'язаних методів, серед яких провідне місце посідає експеримент [3].

Роль експерименту в педагогічних дослідженнях оцінюється по-різному. Так, автори роботи [4] вважають, що експеримент виступає і як засіб пізнання педагогічних процесів, і як інструмент, за допомогою якого відшукуються нові шляхи у практиці навчання і виховання. Експеримент, що проводиться, допомагає вдосконаленню змісту, методів і організації навчально-виховного процесу. На думку ж М.О. Дані-лова та Н.І. Болдирєва, педагогічний експеримент по суті є досконалим педагогічним процесом, в якому учень перебуває в найсприятливіших умовах своєї діяльності і розвитку [5]. В.В. Краєвський функції педагогічного експерименту бачить в отриманні достовірних знань про педагогічний процес і вказує на те, що основна роль виконуваного дослідження полягає у виявленні об'єктивно існуючих зв'язків педагогічних явищ, у встановленні тенденцій їх розвитку [6].

Підготовка і проведення експерименту вимагають, перш за все, усвідомлення його мети та місця у загальному процесі дослідження. Організуючим і спрямовуючим чинником первинного етапу експерименту є виділення і формулювання гіпотези, з позиції якої здійснюватимуться наукові пошуки. Саме гіпотеза передбачає хід і результат дослідження, з неї витікає проект рішення проблеми. У нашому випадку висувається *гіпотеза* про те, що структуризація психолого-педагогічної підготовки інженерів відповідно до характерних особливостей їх майбутньої професійної діяльності, а також застосування сучасних активних методів навчання сприяють кращому засвоєнню студентами знань з дисциплін цієї підготовки, а також впливають на ефективність формування умінь і навичок, які можна надалі використовувати безпосередньо на виробництві.

В експерименті, який проводила автор, брали участь студенти 5 курсу трьох факультетів Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут": енергомашинобудівного, транспортного машинобудування і машинобудівного. З них перші два факультети були експериментальними, а останній факультет – контрольним.

Для прищеплювання знань та формування умінь і навичок у студентів у ході експерименту для вказаних факультетів у навчально-виховному процесі психолого-педагогічної підготовки застосовувалися три різні методики. Перша з них полягала у викладанні дисциплін психолого-педагогічної підготовки, структурованих відповідно до майбутньої професійної діяльності студентів, з одночасним використанням на практичних заняттях таких активних методів навчання, як ділові та рольові ігри, аналіз конкретних ситуацій, психологічний тренінг та ін. Друга методика полягала у викладанні структурованих дисциплін психолого-педагогічної підготовки без застосування активних методів навчання на практичних заняттях. Третя ж методика полягала в тому, що дисципліни психолого-педагогічної підготовки читалися в загальноприйнятому для студентів всієї решти факультетів вигляді, тобто без урахування особливостей їх майбутньої професійної діяльності. Таким чином, експеримент полягав у з'ясуванні ступеня впливу кожної з методик на формування у студентів знань, умінь і навичок, необхідних їм у подальшій виробничій діяльності, та на динаміку їх розвитку.

Необхідно відзначити, що труднощі, які можуть зустрітися при проведенні експерименту, висувають перед педагогом-дослідником цілий ряд важливих питань методологічного і методичного характеру, знання яких дозволяє істотно підвищити ефективність здійснюваного дослідження. Саме методика, відмінна від методології тим, що вона спрямована на вирішення тактичних проблем, "розробляє певні алгоритми дослідницької діяльності в конкретних умовах, з конкретним педагогічним об'єктом" [7, с. 103] і являє собою "сукупність систематизованих прийомів і засобів наукового пошуку в педагогіці, правил і технології їх застосування, порядку інтерпретації одержаних результатів" [8, с. 358]. Її розробка є обов'язковою, бо вона визначає процесуальні можливості різноманітних методів дослідження в педагогіці для досягнення поставленої дослідницької мети.

При проведенні психолого-педагогічного експерименту, пов'язаного з виявленням впливу

спеціально організованої психолого-педагогічної дії на формування у студентів знань, умінь і навичок, можна використовувати підходи, що ґрунтуються на методі експертних оцінок, аналізу ієрархій, теорії нечітких множин, а також на дисперсійному аналізі. Ідеї застосування деяких з цих методів у педагогічних дослідженнях належать П.М. Воловику, який отримав за їх допомогою ряд фундаментальних результатів [9; 10]. Чіткість викладу матеріалу в поєднанні з достатньою математичною строгістю і ясністю ілюстративних прикладів дозволяють ефективно використовувати його методи.

У даній статті для отримання кількісних оцінок рівня знань, умінь і навичок використовується дисперсійний аналіз. За визначенням П.М. Воловика дисперсійний аналіз – це "ста-тистичний метод аналізу результатів спостережень, які залежать від різних чинників, що діють одночасно, а також вибір найважливіших чинників і оцінка їх впливу" [10, с. 29].

Звичайно, коли проводиться експеримент, можна зустрітися з необхідністю виявлення впливу якого-небудь одного або декількох чинників на досліджувані об'єкти. В даній же статті автор досліджує дію одного чинника – методики викладання студентам дисциплін психолого-педагогічної підготовки. Це, у свою чергу, припускає обчислення одного дисперсійного комплексу, а процедура перевірки впливу вибраного чинника називається *однофакторним комплексом.*

Критерій ефективності впливу методик, які використовуються, оцінювався за кількістю балів, які отримали студенти у результаті розв'язання поставлених перед ними завдань. Всього студентам пропонувалося 5 завдань, які, за оцінками експертів, мають однаковий ступінь трудності, і кожне з них оцінювалося за 10-бальною шкалою. До складу експертів входили: д.пед.н., проф. О.Г. Романовський; к.пед.н., доцент В.В. Бондаренко; к.т.н., проф. М.О. Тарасенко; д.т.н., проф. Е.Г. Братута та к.філос.н., доц. С.М. Пазинич.

Як відзначає В.М. Воловик, щоб результати дослідження були об'єктивними, порівняльні сукупності повинні мати однакову структуру, у протилежному випадку використання середніх для подібних порівнянь може призвести до неправильних висновків. Для запобігання цього в педагогічних дослідженнях часто використовують метод нівелювання, суть якого

Таблиця 1

Результати вирішення студентами завдань

№ з/п	Методики викладання		
	1	2	3
1	46	47	45
2	47	49	44
3	49	46	45
4	49	45	42
5	45	44	43
...	...		
23	47	46	47
24	46	46	44
25	48	44	43
$\sum y_i$	1195	1146	1118

Переваги першої методики видно вже з порівняння отриманих сум.

Розв'язання поставленої задачі оцінки ефективності кожної методики можна представити у вигляді наступного алгоритму.

1. Обчислюємо середнє значення по кожній групі:

$$\overline{y_1} = \frac{1195}{25} = 47{,}8; \quad \overline{y_2} = \frac{1146}{25} = 45{,}8;$$

$$\overline{y_3} = \frac{1118}{25} = 44{,}7.$$

2. Визначаємо загальне середнє значення:

$$\overline{y} = \frac{m(\overline{y_1} + \overline{y_2} + \overline{y_3})}{3m} = \frac{47{,}8 + 45{,}8 + 44{,}7}{3} = 46{,}1,$$

де $m = 25$ – об'єм кожної вибірки; 3 – кількість методик, що використовуються в експерименті.

Таблиця 2

Розрахунок відхилень

Чинники	$\overline{y_i} - \overline{y}$	$(\overline{y_i} - \overline{y})^2$	y_{ij}	$y_{ij} - \overline{y}$	$(y_{ij} - \overline{y})^2$
1	1,7	2,89	46	–0,1	0,01
			47	0,9	0,81
			49	2,9	8,41
			49	2,9	8,41
			45	–1,1	1,21
			. . .	. . .	. . .
			47	0,9	0,81
			46	–0,1	0,01
			48	1,9	3,61
2	–0,3	0,09	47	0,9	0,81
			49	2,9	8,41
			46	–0,1	0,01
			45	–1,1	1,21
			44	–2,1	4,41
			. . .	. . .	. . .
			46	–0,1	0,01
			46	–0,1	0,01
			44	–2,1	4,41
3	–1,4	1,96	45	–1,1	1,21
			44	–2,1	4,41
			45	–1,1	1,21
			42	–4,1	16,81
			43	–3,1	9,61
			. . .	. . .	. . .
			47	0,9	0,81
			44	–2,1	4,41
			43	–3,1	9,61
$\sum_i \sum_j (y_{ij} - \overline{y})^2$					381,95

3. Визначаємо дисперсію чинника, загального і випадкового. Для цього, згідно з рекомендаціями П.М. Воловика, складемо допоміжну табл. 2.

Дисперсія чинника обчислюється за формулою

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^{3} n_i (y_{ij} - \overline{y})^2 = 25(2{,}89 + 0{,}09 + 1{,}96) = 123{,}5,$$

де m_i – чисельність i-ї групи, в нашому випадку $m_i = 25$ чоловік.

Загальна дисперсія за визначенням обчислюється як

$$D_y^2 = \sum_i \sum_j (y_{ij} - \overline{y})^2 = 381{,}95.$$

Випадкова дисперсія є різницею загальної дисперсії і дисперсії чинника і дорівнює:

$$D_z^2 = D_y^2 - D_x^2 = 3901 - 2475 = 258{,}45.$$

4. Визначимо кореляційне відношення, що показує, який вплив на формування певного обсягу знань, умінь і навичок у студентів здійснюють використані в нашому експерименті методики навчання:

$$\eta_k^2 = \frac{D_x^2}{D_y^2} = \frac{2475}{3901} = 0{,}323.$$

Вплив інших чинників можна визначити кореляційним відношенням:

$$\eta_k^2 = \frac{D_x^2}{D_y^2} = \frac{1426}{3901} = 0{,}677.$$

Звідси можна зробити висновок, що в нашому випадку засвоєння студентами знань, а також формування у них умінь і навичок в рамках психолого-педагогічних дисциплін на 32,3% залежить від методики навчання.

5. Дисперсійний аналіз дає можливість виявити вплив не тільки чинника, по якому зроблено групування значень ознаки *У*, але й інших чинників. Окрім цього, за його допомогою можна об’єктивно оцінити достовірність висновків про залежність між ознаками $У_i$, які виступають як результати тестування кожного студента.

Оцінка достовірності висновків зводиться до перевірки істотних відмінностей між груповими середніми. Таку перевірку проводять за допомогою

критерію Снедекора ($F_{ст}$), обчисливши спочатку величину відношення дисперсії чинника і випадкового, які відповідають одному ступеню свободи:

$$F_{сд} = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_z^2},$$

$$\sigma_x^2 = \frac{D_x^2}{v_x}; \quad \sigma_z^2 = \frac{D_z^2}{v_z}.$$

де

Для загальної дисперсії кількість ступенів свободи по всіх студентах в нашому прикладі дорівнює: $v_y = n - 1 = 75 - 1 = 74$; для дисперсії чинника – $v_x = 3 - 1 = 2$; для випадкової дисперсії – $v_z = v_y - v_x = 72$.

В результаті обчислень одержуємо:

$$\sigma_x^2 = \frac{123,5}{2} = 61,75; \quad \sigma_z^2 = \frac{258,45}{72} = 3,59;$$

тоді $F_{сд} = 17,2$.

За таблицею значень розподілу Снедекора для $v_x = 2$ і $v_z = 72$ з рівнем значущості $\alpha = 0,05$, тобто вірогідністю $P = 1 - 0,05 = 0,95$ визначаємо $F_{ст} = 3,13$ [12].

6. Порівнюючи фактичне значення $F_{сд}$ з табличним $F_{ст}$, одержуємо, що $F_{сд} > F_{ст}$.

Оскільки $F_{сд}$ ураховує варіацію, яка обумовлена чинником X, то чим більше значення $F_{сд}$, тим більше чинник X впливає на зміну результативної ознаки $У$ і відповідно до цього можна стверджувати, що викликана ним варіація має невипадковий характер.

Відповідно до методики П.М. Воловика констатуємо, що у разі $F_{сд} > F_{ст}$ вплив чинника X при заданому рівні значущості є достовірним, тобто відмінність між груповими середніми слід вважати цілком істотною.

Для подальшого дослідження отриманих результатів обчислимо величини нормованих різниць.

7. Для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і $v_z = 72$ за таблицею значень розподілу Ст'юдента знаходимо значення нормованої різниці $t = 1,74$.

8. Пронормуємо різниці середніх значень для кожної досліджуваної групи, що відповідає оцінці ефективності вживаних методик:

$$t_1 = \frac{\overline{y_1} - \overline{y_2}}{\sqrt{2 \cdot \sigma_z^2/n}} = \frac{47,8 - 43,8}{\sqrt{2 \cdot 3,59/25}} = 3,7;$$

$$t_2 = \frac{\overline{y_1} - \overline{y_3}}{\sqrt{2 \cdot \sigma_z^2/n}} = \frac{47,8 - 44,7}{\sqrt{2 \cdot 3,59/25}} = 5,74;$$

$$t_3 = \frac{\overline{y_2} - \overline{y_3}}{\sqrt{2 \cdot \sigma_z^2/n}} = \frac{45,8 - 44,7}{\sqrt{2 \cdot 3,59/25}} = 2,04.$$

9. Тепер порівнюємо результати нормування різниць середніх групових t_1, t_2, t_3 з табличним значенням t. Одержуємо, що

$$t_1 = 3,7 > t = 1,74; \; t_2 = 5,74 > t = 1,74;$$
$$t_3 = 2,04 > t = 1,74.$$

Відомо, що якщо $t_k > t$, то відповідні середні групові істотно розрізняються між собою, якщо ж $t_k \le t$, їх відмінність неістотна.

Отримані значення переконливо свідчать про те, що в нашому випадку всі три методики дають істотно різні результати, причому найефективнішим виявляється викладання дисципліни психолого-педагогічної підготовки з паралельним проведенням практичних занять на основі активних методів навчання. Більше того, навіть просто читання структурованих курсів з традиційною формою практичних занять значно підвищує навчально-пізнавальну активність студентів і сприяє кращому засвоєнню ними програмного матеріалу.

Отже, соціальна потреба в підготовці висококваліфікованих інженерів цілком може бути задоволена шляхом спеціальної організації цільової психолого-педагогічної підготовки студентів в рамках їх базової освіти в

Література

1. Полонский В.М. Оценка качества научно-педагогических исследований. – М.: Педагогика, 1987.
2. Скалкова Я. и др. Методология и методы педагогического исследования / Пер. с чешск. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с.
3. Теория и практика педагогического эксперимента / Под ред. А.И. Пискунова, Г.В. Воробьева. – М.: Педагогика, 1979. – 208 с.
4. Общие основы педагогики / Под ред. Ф.Ф. Королева, В.Е. Гмурмана. – М., 1967.
5. Проблемы методологии педагогики и методики исследований / Под ред. М.А. Данилова, Н.И. Болдырева. – М., 1971.
6. Краевский В.В. Место и функции эксперимента в педагогическом исследовании. – М., 1973.
7. Ягупов В.В. Педагогіка: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 560 с.
8. Військова дидактика: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2000. – 400 с.
9. Воловик П.М. Застосування дисперсійного аналізу в педагогічних дослідженнях // Радянська школа. – 1979. – № 6. – С. 29-37.
10. Воловик П.М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. – Київ: Радянська школа, 1969. – 222 с.
11. Воловик П.М. Проблеми підвищення якості педагогічних досліджень // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: Збірник наукових праць / За редакцією Л.Л. Товажнянського та О.Г. Романовського. – Вип. 3. – Харків: НТУ "ХПІ", 2002. – С. 111-118.
12. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Наука, 1965. – 512 с.

Надійшла до редколегії 06.11.2003 р.