

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ДИДАКТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ ДО НАВЧАННЯ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

В статье представлены результаты педагогического эксперимента, направленного на проверку эффективности влияния дидактической модели на уровень физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в техническом университете; проведен количественный, качественный и статистический анализ экспериментальных данных.

Ключевые слова: *педагогический эксперимент, уровень физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в техническом университете, дидактическая модель доуниверситетской физико-математической подготовки, методы математической статистики.*

The article presents the results of an educational experiment aimed at analyzing the effectiveness of didactic model influence on the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university. The experimental data have been quantitatively, qualitatively, and statistically analyzed.

Key words: *educational experiment, the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university, a didactic model of pre-university physico-mathematical training, mathematical statistics techniques.*

Аналіз стану фізико-математичної підготовки старшокласників свідчить про те, що для більшості випускників ЗНЗ фізико-математична освіта залишається менш привабливою та більш складною порівняно з гуманітарним чи природничим циклом навчальних дисциплін; інколи це *спричинює* усвідомлення фізики й математики як дисциплін, що асоціюються з особистісними поразками, ситуаціями неуспіху. Тому якісна фізико-математична освіта старшокласників має стати не лише науково-методичним, але й психолого-педагогічним чинником розвитку особистості майбутнього фахівця, професіонала, громадянина [6].

Нами проведено експериментальне дослідження, в основу якого покладено припущення, що високий рівень результативності фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в університеті забезпечується такими умовами: застосуванням комплексного, діяльнісного, компетентнісного, особистісно орієнтованого підходів як методологічної бази фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; обґрунтуванням моделі фізико-математичної підготовки до навчання в технічному університеті; реалізацією логіко-структурного аналізу проблеми якості доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників; створенням та впровадженням комплексного науково-методичного забезпечення доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Перевірка визначеної гіпотези дозволить поширити ефективний досвід доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників. При організації педагогічного експерименту ми використовували науково-методичні доробки Ю. В. Борисової [1], С. У. Гончаренка [2], В. І. Загвязінського [3], В. Д. Мелаш [4], В. С. Курила і Є. М. Хрикова [5] та інших.

Завданням статті визначаємо аналіз ефективності спроектованої дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Методика проведення педагогічного експерименту передбачає впровадження авторських розробок у процес навчання експериментальних груп з метою перевірки рівня їхньої ефективності шляхом порівняння рівнів експериментальних і контрольних груп із результатами. При проведенні експериментального дослідження ефективності доуніверситетської фізико-математичної підготовки у процес навчання експериментальних груп нами впроваджено дидактичну модель фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Спроекована дидактична модель

Розділ I. Педагогічні проблеми обдарованої особистості

фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті базується на реалізації таких складових: авторське комплексне науково-методичне забезпечення процесу доуніверситетської підготовки; педагогічний супровід процесу підготовки до навчання в технічному університеті (рейтингова система оцінювання навчальних досягнень, самостійна робота старшокласників, індивідуальні консультації, зв'язок із навчанням у ВТНЗ).

По завершенні формувального етапу педагогічного експерименту проведено повторну діагностику рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті, результати аналізу якого визначають ефективність запропонованих педагогічних перетворень. Діагностика проводилася за цільовим, мотиваційним, когнітивним, діяльнісним, рефлексивним і результативним критеріями для перевірки їх надійності за допомогою методів математичної статистики. Ми використали G-критерій знаків, що дозволяє встановити, в який бік змінюється значення ознаки при проведенні двох діагностичних зрізів, тобто, чи є статистично значущим перехід досліджуваних показників у бік підвищення ознаки [7]. Гіпотезами перевірки були:

- H_0 – зростання високого рівня прояву критеріїв доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників є випадковим;
- H_1 – зростання високого рівня прояву критеріїв доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників не є випадковим, тобто характеризує наявні позитивні зміни (результативність) доуніверситетської підготовки за кожним критерієм, що аналізується.

Кількість позитивних і негативних зсувів у отриманих результатах діагностики (нульові зсуви при цьому не враховувалися) та типові зрушення для експериментальних і контрольних груп досліджуваних висвітлено у табл. 1.

Таблиця 1

Підрахунок кількості позитивних, негативних і нульових зсувів у експериментальних і контрольних групах до і після формувального етапу експерименту

Кількість зсувів у групах	Критерії фізико-математичної підготовки					
	Цільовий	Мотиваційний	Когнітивний	Діяльнісний	Рефлексивний	Результативний
Експериментальні групи (ЕГ1; ЕГ2)						
Позитивні	262	202	273	288	332	261
Негативні	85	113	62	41	27	76
Нульові	469	501	481	487	457	479
Сума	816	816	816	816	816	816
n=	347	315	333	329	359	337
G _{emp} =	85	113	62	41	27	76
G _{кр} =	129	129	129	129	129	129
Гіпотеза, що підтвердилася	H1	H1	H1	H1	H1	H1

Контрольні групи (КГ1;КГ2)						
Позитивні	164	152	127	164	109	123
Негативні	307	283	303	131	188	212
Нульові	363	399	404	539	537	499
Сума	834	834	834	834	834	834
n=	471	435	430	295	277	335
G _{емп} =	164	152	127	131	109	123
G _{кр} =	129	129	129	120	120	129
Гіпотеза, що підтвердилася	H0	H0	Зона невизначеності	H0	H1	H1

Типовими вважаються зсуви, що переважають у групах досліджуваних (для експериментальної групи – це позитивні зміни, для контрольної – негативні, за винятком діяльнісного критерію, де типовий зсув контрольних груп також позитивний), протилежні до них приймаються, як нетипові. За $G_{емп}$ приймається кількість нетипових зсувів; $G_{кр}$ визначається за таблицею критичних значень для визначеної кількості n .

З таблиці критичних значень критерію знаків G визначаємо $G_{кр}$.

$$\text{Для } n \geq 300: G_{кр} = \begin{cases} 135 (p \leq 0,05) \\ 129 (p \leq 0,01) \end{cases}$$

$$\text{Для } n=295 \text{ і } n=277: G_{кр} = \begin{cases} 125 (p \leq 0,05) \\ 120 (p \leq 0,01) \end{cases}$$

Порівняння емпіричних і критичних значень G визначає достовірність отриманих результатів відповідно до сформульованих гіпотез за умови, що $G_{емп} \leq G_{кр}$. Базуючись на даних табл. 1., порівняння отриманих результатів свідчить, що для експериментальних груп за критеріями отримані позитивні зсуви є статистично достовірними, тобто зростання високого рівня прояву проаналізованих критеріїв не є випадковим, а зумовлено проведеною на формувальному етапі педагогічного експерименту діяльністю із впровадження дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Аналогічні міркування щодо даних контрольних груп свідчать, що результати діагностики прояву цільового, мотиваційного та діяльнісного критеріїв є невідповідними гіпотезі про статистичну значущість зростання результатів (за цими критеріями не спостерігається статистично доведеного зростання результатів досліджуваних). За когнітивним критерієм кількісні результати контрольних груп потрапили у зону невизначеності, що також не є підтвердженням гіпотези про їх надійність, а швидше свідчить про випадковість розподілу отриманих даних діагностики за рівнями фізико-математичної підготовки старшокласників. Рефлексивний і результативний критерії рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників контрольних груп підтвердилися

статистично, ми пояснюємо це тим, що наявний процес доуніверситетської (довузівської) фізико-математичної підготовки старшокласників дозволяє їм вірно оцінювати можливості щодо подальшого навчання у ВТНЗ, а також сприяє одержанню позитивних результатів.

Проведений і статистично обґрунтований критеріальний аналіз фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті свідчить, що наявна система доуніверситетської (довузівської) підготовки не дозволяє впливати на мотиваційний, цільовий та діяльнісний компоненти досліджуваного явища. Результативність такої системи зумовлена суб'єктивними факторами (наприклад, особистістю викладача, мотивацією старшокласника, впливом батьків тощо), разом з тим, як впровадження запропонованої дидактичної моделі дозволяє підвищити ефективність фізико-математичної підготовки старшокласників за рахунок комплексного впливу на фактори її продуктивності.

Отримані результати дають підстави сформулювати висновок про ефективність впливу апробованої у середовищі експериментальних груп дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті: формувальний етап експерименту дав достовірні позитивні зсуви в напрямку зростання прояву критеріїв доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників експериментальних груп.

Зведені результати діагностики усіх компонентів доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті за проаналізованими критеріями відображають рівень прояву досліджуваного явища. Вони представлені у табл. 2 (для експериментальних груп) і у табл. 3 (для контрольних груп).

Таблиця 2

Рівень фізико-математичної підготовки старшокласників експериментальних груп на формувальному етапі експерименту

Рівні прояву	Перший діагностичний зріз				Другий діагностичний зріз				Різниця	
	ЕГ1		ЕГ2		ЕГ1		ЕГ2		ЕГ1	ЕГ2
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	%	%
Високий	79	14,85	43	15,14	177	33,27	93	32,75	18,42	17,61
Середній	273	51,32	149	52,46	305	57,33	161	56,69	6,01	4,23
Низький	180	33,83	92	32,40	50	9,40	30	10,56	-24,43	-21,84
Усього	532	100	284	100	532	100	284	100	-	-

Високий рівень доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників експериментальних груп після формувального етапу експерименту зріс більше, ніж удвічі, порівняно з результатами констатувального етапу – зростання становить 18,80 % для ЕГ₁ і 17,96 % для ЕГ₂. У контрольних групах динаміка зростання високого рівня підготовки досліджуваних має менше виражений характер – різниця показників констатувального та формувального етапів 2,10 % для КГ₁ і 2,58 % для КГ₂.

Рівень фізико-математичної підготовки старшокласників контрольних груп на формувальному етапі експерименту

Рівні прояву	Перший діагностичний зріз				Другий діагностичний зріз				Різниця	
	КГ1		КГ2		КГ1		КГ2		КГ1	КГ2
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	%	%
Високий	78	14,89	42	13,55	85	16,22	48	15,48	1,33	1,93
Середній	272	51,91	161	51,94	286	54,58	175	56,45	2,67	4,51
Низький	174	33,20	107	34,51	153	29,20	87	28,07	-4,00	-6,44
Усього	524	100	310	100	524	100	310	100	-	-

Надійність і достовірність отриманих інтегральних результатів засобами математичної статистики (критерієм φ^* – кутове перетворення Фішера, що дозволяє порівняти різницю між відсотковими частками вибірки) [7].

Сформулюємо гіпотези: H_0 – відсоткова частка осіб, у яких виявляється досліджувана якість (високий рівень доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті) після проведення формувального етапу експерименту не більше, ніж до його проведення; H_1 – відсоткова частка осіб, у яких виявляється досліджувана якість після проведення формувального етапу експерименту більше, ніж до його проведення.

Для $E\Gamma_1$ визначено величини кутів φ для кожної відсоткової частки відповідно до табличних значень: $\varphi_1=(33,3\%)=1,230$, $\varphi_2=(14,9\%)=0,793$.

Підраховано емпіричне значення φ^* за формулою $\varphi_{емп}^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$:

$$\varphi^* = (1,230 - 0,793) \cdot \sqrt{\frac{532 \cdot 532}{532 + 532}} = 0,437 \cdot 16,30951 = 7,12725587$$

Порівняємо отримане емпіричне значення φ^* з критичними значеннями: $\varphi_{кр}^* \leq 1,64 (p \leq 0,05)$ і $\varphi_{кр}^* \leq 2,31 (p \leq 0,01)$. Оскільки $\varphi_{емп}^* \geq \varphi_{кр}^*$, то гіпотеза H_0 відхиляється, приймається H_1 , що відсоткова частка старшокласників $E\Gamma_1$, у яких виявлено високий рівень доуніверситетської фізико-математичної підготовки до навчання в технічному університеті після проведення формувального етапу експерименту більше, ніж до його проведення.

Аналогічно проведемо розрахунки для інших груп, що брали участь в експерименті.

Для $E\Gamma_2$: $\varphi_1(32,8\%) = 1,220$, $\varphi_2(15,1\%) = 0,798$;

$$\varphi_{емп}^* = (1,220 - 0,798) \cdot \sqrt{\frac{284 \cdot 284}{284 + 284}} = 0,422 \cdot 11,91638 = 5,02871236.$$

Тобто для представлених вище показників критичного значення $\varphi_{кр}^* \leq 1,64 (p \leq 0,05)$ і $\varphi_{кр}^* \leq 2,31 (p \leq 0,01)$ підраховане емпіричне значення кутового

відхилення $E\Gamma_2$ $\varphi^*_{емп} \geq \varphi^*_{кр}$, тому гіпотеза H_0 відхиляється, приймається H_1 щодо ефективності впливу впровадженої у процес навчання старшокласників експериментальних груп дидактичної моделі доуніверситетської фізико-математичної підготовки до навчання в технічному університеті (зі статистичною значущістю $p \leq 0,01$).

Для $K\Gamma_1$: $\varphi_1(14,9\%) = 0,793$, $\varphi_2(16,2\%) = 0,828$;

$\varphi^*_{емп} = (0,828 - 0,793) \cdot \sqrt{\frac{524 \cdot 524}{524 + 524}} = 0,035 \cdot 16,19 = 0,56665$. Таке емпіричне значення кутового перетворення Фішера не відповідає вимозі $\varphi^*_{емп} \geq \varphi^*_{кр}$, тому приймається гіпотеза H_0 – зростання високого рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників $K\Gamma_1$ є випадковим, а це свідчить про відсутність позитивних результатів наявної системи доуніверситетської фізико-математичної підготовки контрольних груп.

Для $K\Gamma_2$: $\varphi_1(13,6\%) = 0,755$, $\varphi_2(14,5\%) = 0,781$;

$$\varphi^*_{емп} = (0,781 - 0,755) \cdot \sqrt{\frac{310 \cdot 310}{310 + 310}} = 0,026 \cdot 12,45 = 0,3237.$$

Отримане значення порушує вимогу $\varphi^*_{емп} \geq \varphi^*_{кр}$, при визначеному $\varphi^*_{кр} \leq 1,64 (p \leq 0,05)$ і $\varphi^*_{кр} \leq 2,31 (p \leq 0,01)$ тому гіпотеза H_0 приймається (H_1 відхиляється) – у $K\Gamma_2$ відсутнє статистично значиме зростання результатів діагностики високого рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Таким чином, нами показано кількісні дані результатів експериментального дослідження, їх якісний аналіз та статистична перевірка достовірності та надійності. Проведене експериментальне дослідження свідчить про ефективність дидактичної моделі та авторського комплексного науково-методичного забезпечення фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Отримані висновки педагогічного експерименту свідчать, що завдання педагогічного експерименту виконані та доведена гіпотеза. Підтвердилося припущення, що високий рівень результативності фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті забезпечується впровадженням дидактичної моделі, що враховує застосування комплексного, діяльнісного, компетентнісного, особистісно орієнтованого підходів як методологічної основи фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; обґрунтування дидактичних принципів і підходів до фізико-математичної підготовки до навчання в технічному університеті; реалізацію логіко-структурного підходу до проблеми якості доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників; створення та впровадження авторського комплексного науково-методичного забезпечення доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Використані літературні джерела

1. Борисова Ю. В. Методологія та методи соціальних досліджень: Навчальний посібник / Ю. В. Борисова. – К.: ДЦССМ, 2003. – 216 с.
2. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям / С. У. Гончаренко. – К.; Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2010. – 308 с.
3. Загвязинский В. И., Агафонов Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования / В. И. Загвязинский, Р. Агафонов. – М.: АСАДЕМА, 2001. – 207 с.
4. Мелаш В. Д. Основи науково-педагогічних досліджень / В. Д. Мелаш. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://socgum.mdpu.org.ua/index.php?option=com_mtree&task=listcats&cat_id=2320&Itemid=0.
5. Методологічні засади педагогічного дослідження: Монографія / Є. М. Хриков, О. В. Адаменко, В. С. Курило та ін.; За заг. ред. В. С. Курила, Є. М. Хрикова; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 248 с.
6. Муранова Н. П. Фізико-математична підготовка старшокласників до навчання в технічному університеті: Монографія / Н. П. Муранова. – К.: НАУ, 2013. – 464 с.
7. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб.: Речь, 2004. – 350 с.