

Н. П. Муранова, Національний авіаційний університет (м. Київ)

**ПРОГРАМА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТАРШОКЛАСНИКІВ
ДО НАВЧАННЯ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ**

Муранова Н. П.

Програма експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті

У статті представлено логіку експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті – визначено його гіпотезу, етапи, завдання, методи; описано процес побудови генеральної та вибіркової сукупностей та експериментальної бази дослідження. Представлено результати аналізу наукової літератури щодо методологічних засад проведення емпіричних педагогічних досліджень; визначено тип спроектованого педагогічного експерименту. Описано організаційний, констатувальний, формувальний і аналітичний етапи експериментальної роботи, а також їх зв'язок із завданнями та методами дослідження. Охарактеризовано програму педагогічного експерименту щодо виявлення ефективності впливу дидактичної моделі, основу якої складає авторське комплексне науково-методичне забезпечення процесу доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників. Обґрунтовано критерії (цільовий, мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, результативний) та рівні (високий, середній, низький) результатів емпіричного дослідження відповідно до спроектованих компонентів фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Визначено перспективи впровадження спроектованої програми педагогічного експерименту в процес доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників.

Ключові слова: педагогічний експеримент, емпіричне дослідження, програма вивчення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Муранова Н. П.

Программа экспериментального исследования уровня физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в техническом университете

В статье представлено логику экспериментального исследования уровня физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в

технічному університеті – визначені його гіпотеза, етапи, задачі, методи; описано процес побудови генеральної та вибіркової сукупностей та експериментальної бази дослідження. Представлено результати аналізу наукової літератури про методологічні основи проведення емпіричних педагогічних досліджень; визначено тип спроектованого педагогічного експерименту. Описано організаційний, констатуючий, формуючий та аналітичний етапи експериментальної роботи, а також їх зв'язок з завданнями та методами дослідження. Представлено характеристику програми педагогічного експерименту про виявлення ефективного впливу дидактичної моделі, основою якої є авторське науково-методичне забезпечення процесу доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників. Обґрунтовані критерії (цільовий, мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, результативний) та рівні (високий, середній, низький) результатів емпіричного дослідження відповідно до спроектованими компонентами фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Визначено перспективи впровадження спроектованої програми педагогічного експерименту в процесі доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників.

Ключові слова: педагогічний експеримент, емпіричне дослідження, програма вивчення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Актуальність дослідження. Використання методу педагогічного експерименту для вивчення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті дозволить: вивчити наявність та характер кореляційних зв'язків між компонентами досліджуваного процесу (цільовим, мотиваційним, когнітивним, діяльнісним, рефлексивним, результативним); визначити особливості доуніверситетської підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; встановити кількісні та якісні показники результативності досліджуваного процесу за умови впровадження педагогічних перетворень (дидактичної моделі доуніверситетської фізико-математичної підготовки, побудованої на авторському комплексному науково-методичному забезпеченні).

Аналіз наукової літератури свідчить, що експеримент, як метод наукового пізнання, спрямований на зміну досліджуваного явища у певних контрольованих умовах [2, с. 157] для емпіричної перевірки достовірності теоретичних припущень [8] шляхом внесення інновацій в освітній процес у

розрахунку на отримання більш високих його результатів з наступною перевіркою й оцінкою [4]. Аналіз робіт з методології наукових досліджень (С. У. Гончаренка [1], А. Є. Конверського [7], В. А. Кушніра [6], В. С. Курила і Є. М. Хрикова [4] та ін.) дозволяє структурувати програму експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті у вигляді сукупності таких складових: мета, гіпотеза, завдання, етапи, методи, генеральна сукупність, вибіркова сукупність, експериментальна база, діагностичний інструментарій. Таким чином, **завданням** статті визначаємо характеристику структурних компонентів програми педагогічного експерименту, спрямованого на виявлення ефективності дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Визначення структурних компонентів програми дослідження дозволить забезпечити реалізацію основних вимог до педагогічного експерименту: однорідність об'єктів експериментальної роботи, спрямованість на кількісний вимір досліджуваних параметрів; відтворюваність результатів експериментальної роботи; виявлення закономірних зв'язків між залежними та фіксованими змінними [4].

Зміст основних структурних компонентів та зв'язок між ними проілюстровано на рис. 1.

Як показано на рис. 1., *мета* педагогічного експерименту спрямована на перевірку *гіпотези дослідження* – високий рівень фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті забезпечується впровадженням дидактичної моделі, яка включає:

- 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;

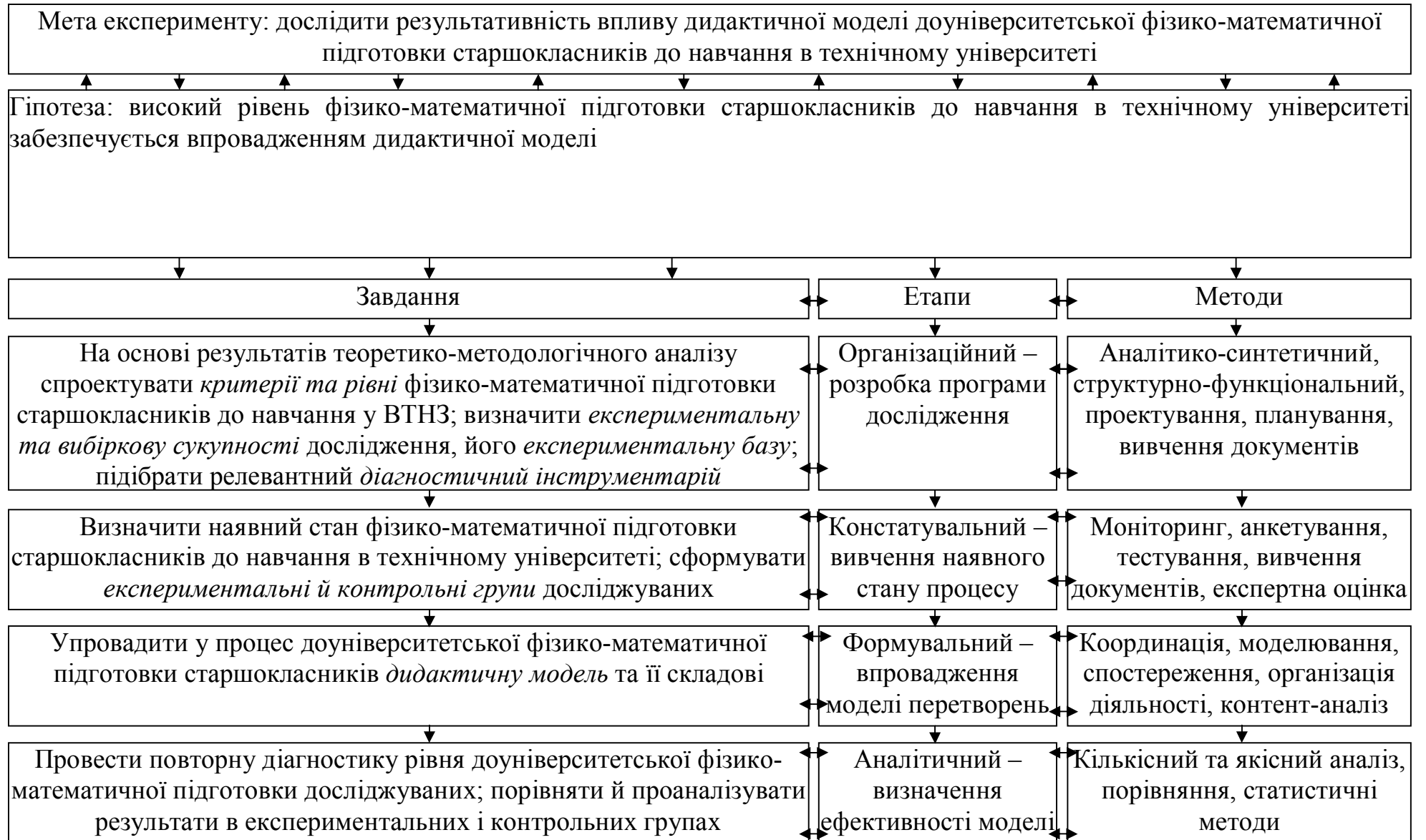


Рис. 1. Програма експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті

- 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.

Визначена мета досягається покроковою реалізацією комплексу взаємозумовлених етапів і відповідних їм завдань експериментального дослідження: організаційного, констатувального, формувального, аналітичного.

Організаційний етап спрямований на теоретичне обґрунтування й практичну розробку програми експерименту на основі вивчення базових категорій дослідження та його методологічних засад; формулювання експериментальної гіпотези та визначення методів її перевірки; проектування критеріїв і рівнів фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; розробка діагностичного інструментарію доуніверситетської підготовки старшокласників; організацію наукового співробітництва з учасниками експерименту (науково-викладацьким складом ВТНЗ України, старшокласниками), їх підготовку до діяльності в експериментальній роботі. Визначений етап реалізує перше завдання експериментальної роботи: на основі результатів теоретико-методологічного пошуку обґрунтувати критерії та рівні фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання у ВТНЗ; визначити генеральну та вибірккову сукупності дослідження, його експериментальну базу; підібрати релевантний діагностичний інструментарій.

Констатувальний етап спрямований на виявлення наявного стану процесу і результатів фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; передбачає проведення моніторингу навчальних досягнень старшокласників із математики та фізики та психолого-педагогічної діагностики суб'єктивних факторів досліджуваного процесу; проведення контрольних зрізів рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки досліджуваних та їх поділ на рівноцінні контрольні й

експериментальні групи. Тому другим завданням експерименту сформульовано: визначити наявний стан фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; сформувати експериментальні й контрольні групи досліджуваних.

Формувальний етап передбачає проектування та впровадження дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; розробку та введення у процес фізико-математичної підготовки експериментальних груп авторського комплексного науково-методичного забезпечення; конструювання задач різних типів та їх впровадження у процес фізико-математичної підготовки старшокласників; експериментальне випробування педагогічного супроводу старшокласників у процесі доуніверситетської фізико-математичної підготовки; виявлення елементів доуніверситетської фізико-математичної підготовки, що вимагають подальшого вдосконалення. На основі обґрунтованої концепції науково-методичного забезпечення доуніверситетської фізико-математичної підготовки автором розроблено та впроваджено навчально-методичні посібники та підручники (з математики – 20, з фізики – 14, з них 6 – рекомендовані Міністерством освіти і науки України).

Отже, формувальний етап експериментальної роботи спрямований на перевірку ефективності моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті та визначення доцільності впровадження авторського комплексного науково-методичного забезпечення і педагогічного супроводу як основних елементів дидактичної моделі. Це корелює з третім завданням експерименту: впровадити у процес доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників дидактичну модель та її складові.

Аналітичний етап скерований на кількісне й якісне порівняння результатів повторного діагностичного зрізу рівня фізико-математичної підготовки старшокласників експериментальних і контрольних груп; виявлення ефективності моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до

навчання в технічному університеті та її авторського комплексного науково-методичного забезпечення; проведення семінарів та інструктивних нарад з питань результатів експериментальної роботи; систематизацію та наукове узагальнення результатів дослідження, їх статистичну обробку, формулювання висновків, підготовку монографії, упровадження отриманих наукових досягнень у практику діяльності інститутів (факультетів) доуніверситетської (довузівської) підготовки. На цьому етапі здійснюється узагальнення результатів дослідження, формулюються основні положення та висновки, що підтверджують висунуту гіпотезу.

Аналітичний етап реалізовує четверте експериментальне завдання: провести повторну діагностику рівня доуніверситетської фізико-математичної підготовки досліджуваних; порівняти й проаналізувати результати в експериментальних та контрольних групах.

Вірогідність результатів експериментального дослідження забезпечується дотриманням усіх пізнавальних процедур, які становлять визначені етапи наукового пошуку. Це, в свою чергу, досягається обґрунтованістю вибору контрольних та експериментальних груп, надійністю методів визначення статистичної вибірки експерименту, забезпеченням валідності діагностичного інструментарію.

Дослідження ефективності спроектованої дидактичної моделі фізико-математичної підготовки до навчання в технічному університеті відбувається засобами моніторингу результатів доуніверситетської фізико-математичної підготовки та подальшого професійного навчання досліджуваних експериментальних груп, а також порівняння цих результатів із показниками контрольних груп.

Для виділення контрольних та експериментальних груп нам необхідно сформувати експериментальну базу та генеральну і вибіркочу сукупності дослідження.

Експериментальною базою дослідження виступили: Інститут доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету; Центр

довузівської освіти Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна; факультет доуніверситетської освіти Національного університету харчових технологій; факультет допрофесійної підготовки Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Генеральну сукупність дослідження складають старшокласники, що проходять інституалізовану підготовку до навчання в технічному університеті (інститути доуніверситетської підготовки, підготовчі курси, факультети доуніверситетської (довузівської) освіти, центри).

Вибіркова сукупність дослідження формувалася методом суцільної гніздової вибірки – участь в експерименті взяли усі старшокласники, що під час його проведення проходили підготовку до навчання в технічних університетах визначеної експериментальної бази. Для забезпечення репрезентативності отриманих результатів експериментальної роботи обсяг вибіркової сукупності обраховувався з довірчою ймовірністю 99 %, що повинно складати від 900 до 1406 респондентів [5, С. 46]. Це у контексті нашої проблеми дослідження становить 1650 старшокласників.

Класифікація експериментальних досліджень, за В. Д. Мелаш [3], дозволяє нам окреслити педагогічний експеримент щодо визначення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті як *штучний* (за способом формування умови перетворення – моделі), *перетворювальний* (за метою дослідження – підвищення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників), *складний* (за структурою досліджуваного процесу – доуніверситетської фізико-математичної підготовки до навчання), *багатофакторний* (за кількістю факторів впливу на досліджуваний процес – як зовнішніх, так і внутрішніх).

Відповідно, експериментальним фактором визначаємо впровадження теоретично обґрунтованої у розділі 3 дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті – розглядаємо його як незалежну змінну, що вводиться і контролюється з метою

перевірки гіпотези – тобто впливу моделі на рівень підготовки старшокласників (це залежна змінна).

Визначені незалежна і залежна змінні виступають категоріями аналізу у спроектованому педагогічному експерименті, тому наводяться у вигляді емпіричних показників, що зумовлює потребу у виборі відповідних методів дослідження.

З рис. 1. видно, що обрані *методи дослідження* визначаються змістом і завданням кожного етапу експериментальної роботи. Загалом обраний комплекс загальнонаукових і спеціальних методів експериментальної роботи можна поділити на теоретичні, емпіричні та математичні.

Теоретичні методи наукового пізнання (аналітико-синтетичний, структурно-функціональний, моделювання, проектування, порівняння, кількісний та якісний аналізи) дозволили системно представити досліджуваний процес доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників; визначити його структурні компоненти, фактори впливу та їх відображення у психолого-педагогічній літературі; обґрунтувати теоретико-методологічні підходи та концепцію комплексного науково-методичного забезпечення; абстрагувати й класифікувати вихідні положення і результати дослідження; теоретично змоделювати досліджуваний процес й побудувати дидактичну модель фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; обґрунтувати авторське комплексне науково-методичне забезпечення досліджуваного процесу.

Емпіричні методи пізнання (експеримент, моніторинг, вивчення документів, анкетування, тестування, експертна оцінка, спостереження, контент-аналіз) були спрямовані на доведення ефективності використання дидактичної моделі доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; визначення наявного стану доуніверситетської фізико-математичної підготовки до навчання за різними компонентами (цільовим, мотиваційним, когнітивним, діяльнісним,

рефлексивним, результативним); вивчення якості навчального процесу в інститутах (факультетах) доуніверситетської (довузівської) підготовки (освіти).

Математичні методи (методи математичної статистики: критерій F^* – кутове перетворення Фішера, G – критерій знаків) використовувалися для переводу результатів спостереження у кількісні величини та перевірки їх достовірності і надійності.

Крім того, для підготовки та проведення експерименту, була використана група *організаційних методів* – планування, координація, організація діяльності учасників дослідження.

У науковій літературі під критерієм розуміють підставу для оцінки, визначення або класифікації досліджуваних явищ, процесів або систем. Тобто, у педагогічному експерименті критерій виконує кваліметричну функцію переведення якісних ознак дослідження у кількісні дані. Тобто, критерії можна розглядати як кількісні моделі якісних компонентів досліджуваного явища; якщо спроектувати таку думку на проблемне поле нашого дослідження, то критерії рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті – це кількісне відображення якісних результатів аналізу структури доуніверситетської фізико-математичної підготовки, тобто її компонентів (цільового, мотиваційного, когнітивного, діяльнісного, рефлексивного і результативного). При проведенні системного аналізу, від дослідника вимагається забезпечення максимальної схожості (узгодженості) критеріїв та компонентів досліджуваного явища. Різниця у компонентах і критеріях полягає в тому, що перші відображають якісні (номінальні, змодельовані) характеристики досліджуваного процесу, а другі – кількісні (емпіричні, експериментальні) [9]. Відповідно до спроектованої структури доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників, для експериментальної роботи нами обрано цільовий, мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний та результативний критерії дослідження.

Зазначена рівнева система оцінювання результатів експерименту передбачає характеристику критеріїв (цільового, мотиваційного, когнітивного,

діяльнісного, рефлексивного та результативного) і рівнів доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників (низького, середнього та високого).

Низький рівень фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті відповідно до її компонентів характеризується: відсутністю усвідомленої цілі щодо успішного навчання за технічним напрямом; репродуктивним характером пізнавальної активності; несформованістю самостійної пізнавальної діяльності старшокласників; несформованістю їх пізнавальних потреб при вивченні фізики та математики; низьким рівнем навчальних досягнень у системі освіти „ЗНЗ – доуніверситетська підготовка – ВТНЗ”; відсутністю позааудиторної навчальної активності; дезадаптованістю до освітнього середовища ВТНЗ; переконаністю у відсутності фізико-математичних здібностей.

Середній рівень фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті характеризується: нестійким характером пізнавальних цілей старшокласників щодо подальшого навчання в технічному університеті; відсутністю прагнення до самоактуалізації під час підготовки до навчання; відсутністю спрямованості на розвиток інтересів при вивченні фізики та математики; переважанням мотивації на уникнення невдач у навчанні; середнім рівнем навчальних досягнень у системі освіти „ЗНЗ – доуніверситетська підготовка – ВТНЗ”; ситуативним характером участі у позанавчальній діяльності; адаптованістю до процесу доуніверситетської підготовки; невпевненістю у власних фізико-математичних здібностях та можливості їх розвитку.

Високий рівень фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті характеризується: реалістичністю та усвідомленістю цілей щодо оволодіння технічною професією; ціннісним ставленням до навчальної діяльності; творчістю та самостійністю у пізнавальній активності; спрямованістю на розвиток фізико-математичних інтересів; переважанням мотивації досягнення успіху в навчанні; високим

рівнем навчальних досягнень у системі освіти „ЗНЗ – доуніверситетська підготовка – ВТНЗ”; позанавчальною активністю й творчістю; адаптованістю до процесу професійної підготовки; усвідомленістю власних фізико-математичних здібностей та шляхів їх подальшого розвитку; високими результатами підсумкового оцінювання у процесі доуніверситетської підготовки.

Загалом, достовірність результатів педагогічного експерименту забезпечується достатнім обсягом вибіркової сукупності; вибором оцінки знань та вмінь із фізики та математики як основного показника експериментальної роботи; врахуванням суб'єктивних і об'єктивних факторів впливу на процес доуніверситетської підготовки старшокласників; багатократністю та тривалістю діагностичних зрізів; використанням методів математичної статистики для перевірки надійності отриманих кількісних даних.

Отже, нами охарактеризована програма педагогічного експерименту щодо виявлення ефективності впливу дидактичної моделі, основу якої складає авторське комплексне науково-методичне забезпечення процесу доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Обґрунтовано мету, гіпотезу, завдання, етапи, методи експериментальної роботи; описано процес побудови генеральної та вибіркової сукупностей й експериментальної бази дослідження. На основі теоретично обґрунтованих компонентів фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті (цільовий, мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, результативний) й відповідних до них критеріїв спроектовано три рівні результатів такої підготовки (високий, середній і низький). **Перспективи подальших досліджень** визначаємо як експериментальну перевірку розробленої дидактичної моделі фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті; визначення рівня ефективності запропонованих педагогічних перетворень; апробацію авторського комплексного науково-методичного забезпечення доуніверситетської фізико-

математичної підготовки старшокласників; поширення результативного досвіду доуніверситетської підготовки учнівської молоді у науковій та методичній літературі.

Література

1. **Гончаренко С. У.** Педагогічні дослідження : методологічні поради молодим науковцям / Семен Устимович Гончаренко. – К. ; Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2010. – 308 с.

2. **Загвязинский В. И.** Методология и методы психолого-педагогического исследования / В. И. Загвязинский, Р. Агафонов. – М. : АСАДЕМА, 2001. – 207 с.

3. **Мелаш В. Д.** Основи науково-педагогічних досліджень [Електронний ресурс] / Валентина Дмитрівна Мелаш. – Режим доступу до ресурсу : http://socgum.mdpu.org.ua/index.php?option=com_mtree&task=listcats&cat_id=2320&Itemid=0.

4. **Методологічні засади педагогічного дослідження:** монографія / [Є. М. Хриков, О. В. Адаменко, В. С. Курило та ін.]. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2013. – 248 с.

5. **Борисова Ю. В.** Методологія та методи соціальних досліджень : [навч. посіб.] / Ю. В. Борисова. – К. : ДЦССМ, 2003. – 216 с.

6. **Методологія** як важливий складник наукового дослідження в педагогіці / С. Гончаренко, В. Кушнір // Неперервна професійна освіта: теорія і практика: зб. наук. пр. / Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – К., 2002. – Вип. 4. – С. 15–22.

7. **Основи методології** та організації наукових досліджень : [навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів / за ред. А. Є. Конверського]. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 352 с.

8. **Основи наукових досліджень** у соціальній роботі: навч. посіб. / Букач М. М., Попова Т. С., Клименюк Н. В.; за ред. М. М. Букача. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – 284 с.

9. **Формування критеріїв** [Електронний ресурс] // Тематичний архів статей. – Режим доступу до ресурсу : <http://ukrarticles.pp.ua/nauka/10432-formirovanie-kriteriev.html>.

Muranova N. P.

A Programme for an Experimental Study of the Level of Physico-Mathematical Training of Senior Pupils for Their Studies at an Engineering University

The article presents the logic of an experimental study of the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university. The hypothesis, stages, tasks, and methods of the study have been defined. The formation of a selection and of the entire assembly as well as that of the experimental basis of the research has been described. The scientific literature concerning the methodological principles of conducting empiric educational research has been analyzed; the type of the designed educational experiment has been defined. The set-up, recital, formation, and analysis stages of experimental research have been described and their connection with the tasks and techniques of the research has been shown. The program has been characterized of an educational experiment aimed to determine the effectiveness of a didactic model based on a proprietary complex methodological support of pre-university physico-mathematical training of senior pupils. The article justifies the criteria (goal-oriented, motivational, cognitive, pragmatist, reflexive, and efficiency-oriented) та levels (high, medium, low) of empiric research results in accordance with the designed components of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university. Prospects for the introduction of the designed program of an educational experiment into the process of pre-university physico-mathematical training of senior pupils have been defined.

Key words: educational experiment, empiric study, a programme for studying the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university.

Відомості про автора

Муранова Наталія Петрівна – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри базових і спеціальних дисциплін, Національний авіаційний університет (м. Київ).

Стаття надійшла до редакції 09.04.2013 р.

Прийнято до друку 26.04.2013 р.

N. P. Muranova, National Aviation University (Kyiv)

**THE PROGRAM FOR EXPERIMENTAL RESEARCH
INTO HIGH SCHOOL STUDENTS' COMPETENCE IN PHYSICS AND
MATHEMATICS FOR TECHNICAL UNIVERSITY STUDIES**

Muranova N. P.

A Programme for an Experimental Study of the Level of Physico-Mathematical Training of Senior Pupils for Their Studies at an Engineering University

The article presents the logic of an experimental study of the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university. The hypothesis, stages, tasks, and methods of the study have been defined. The formation of a selection and of the entire assembly as well as that of the experimental basis of the research has been described. The scientific literature concerning the methodological principles of conducting empiric educational research has been analyzed; the type of the designed educational experiment has been defined. The set-up, recital, formation, and analysis stages of experimental research have been described and their connection with the tasks and techniques of the research has been shown. The program has been characterized of an educational experiment aimed to determine the effectiveness of a didactic model based on a proprietary complex methodological support of pre-university physico-mathematical training of senior pupils. The article justifies the criteria (goal-oriented, motivational, cognitive, pragmatist, reflexive, and efficiency-oriented) *ra* levels (high, medium, low) of empiric research results in accordance with the designed components of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university. Prospects for the introduction of the designed program of an educational experiment into the process of pre-university physico-mathematical training of senior pupils have been defined.

Key words: educational experiment, empiric study, a programme for studying the level of physico-mathematical training of senior pupils for their studies at an engineering university.

The significance of the research. Using the pedagogical experiment to study the high school students' level of competence in Physics and Maths for Tech University studies allows: to explore the existence and nature of the correlations between the components of the process under research (target, motivational,

cognitive, activity, reflective, effective); to identify the aspects of pre-university training of high school students for Tech University studies; to establish the quantitative and qualitative performance indicators subject to pedagogical transformations being made (teaching model of Pre-University Physics and Mathematics training that is built on the author's complex scientific and methodological support).

The survey of scientific literature proves that the experiment as the scientific method is aimed at changing the experimental phenomenon under certain conditions [2, p. 157] to test with experiment the identity of theoretical assumptions [8] by introducing innovations in the educational process to get its higher results on the next test and assessment [4]. The survey of works on the methodology of scientific research (S. U. Goncharenko [1], A. E. Konvers'kyi [7], V. A. Kushnir [6], V. S. Kurylo and E. M. Hrykov [4], etc.) allows to structure the program for experimental research of high school students' level of Physics and Maths competence for training at Tech University as a set of the following components: purpose, hypothesis, objectives, stages, methods, general totality, selection totality, research facilities, diagnostic tools. Thus, *the objective* of the article is to define the characteristics of the program structural components of the pedagogical experiment that is aimed at identifying the effectiveness of teaching models for Physics and Maths training at high school for Tech University studies.

Determination of the structural components of the research program allows to implement the basic requirements for the pedagogical experiment: the homogeneity of the objects of the research, focus on quantitative measurement of the parameters under research, reproducibility of the research results, searching common relations between the dependent and fixed parameters [4].

The body of major structural components and relations between them is illustrated in Fig. 1.

Objectives	Stages	Methods
On the basis of theoretical and methodological analysis to develop <i>criteria and levels</i> for Physics and Maths training at high school for High Tech University studies; to define the <i>experimental and selection totality</i> , its <i>research facilities</i> ; provide relevant <i>diagnostic tools</i> .	Organizational – the development of the research program	Analytic-synthetic, structural and functional, development, planning, documents review
Define the present state of high school students' competence in Physics and Maths for Tech University studies, to form the <i>experimental and control group</i> of students to be tested	Identifying - the study of the present state of the process	Monitoring, questioning, testing, documents review, expert assessment
Implement <i>the teaching model</i> and its components into a process of high school students' pre-university Physics and Maths training	Modelling – the implementation of the transformation model	Coordination, modelling, supervision, activity organization, content analysis
Hold a second diagnosis of high school students' pre-university competence in Physics and Maths; compare and analyze the results in the experimental and control groups.	Analytical – the determination of the model effectiveness	Quantitative and qualitative analysis, comparison, statistical methods

Fig. 1. The program for experimental research into high school students' competence in Physics and Maths for Tech University studies.

As shown in Fig. 1., *the purpose* of the pedagogical experiment is aimed at testing *the hypothesis of the research* – a high level of high school students' competence in Physics and Maths for Tech University studies is provided by the implementation of some teaching models that include:

- using an integrated, activity, competence, learner-centered approach as a methodological basis for Physics and Maths training at high school for Tech University studies;

- analysis of the teaching principles and approaches for Physics and Maths training at high school for Tech University studies;

The purpose of the experiment: to study how effective is the impact of a teaching model of Pre-University Physics and Maths training of high school students for Tech University studies.

Hypothesis: the high level of students' competence in Physics and Maths for Tech University studies is provided by the introduction of some teaching models:

- implementation of the logical and structural approach to the problem of the quality of high school students' pre-university Physics and Maths training;

- development and implementation of the author's complex scientific and methodological support of high school students' pre-university Physics and Maths training for Tech University studies.

The purpose of the article is achieved by step-by-step implementation of complex interdependent stages and relevant experimental research objectives: organizational, identifying, formal, analytical.

The organizational stage is aimed at theoretical study and practical development of the experiment program by studying the basic categories and its methodological principles, the formulation of experimental hypothesis and methods of its assessment; development of *criteria and levels* for Physics and Maths training at high school for High Tech University studies; the *experimental and selection totality*, its research facilities; provide relevant *diagnostic tools*. the development of diagnostic tools for pre-university training of high school students; the organization of scientific cooperation with the experiment participants (scientific- teaching staff of

High Tech Universities of Ukraine, high school students), their readiness to the experimental work. This stage implements the first objective of the experimental work: on the basis of theoretical and methodological search results to justify the criteria and levels of Physics and Maths training of high school students for Tech University studies; to define the general and selection totality; provide relevant diagnostic tools.

The organizational stage is aimed at theoretical study and practical development of the experiment program by studying the basic categories and its methodological principles, the formulation of experimental hypothesis and methods of its assessment; development of *criteria and levels* for Physics and Maths training at high school for High Tech University studies; the *experimental and selection totality*, its research facilities; provide relevant *diagnostic tools*. the development of diagnostic tools for pre-university training of high school students; the organization of scientific cooperation with the experiment participants (scientific- teaching staff of High Tech Universities of Ukraine, high school students), their readiness to the experimental work. This stage implements the first objective of the experimental work: on the basis of theoretical and methodological search results to justify the criteria and levels of Physics and Maths training of high school students for Tech University studies; to define the general and selection totality; provide relevant diagnostic tools.

The identifying stage is aimed at identifying the present state of the process and results of Physics and Maths training of high school students for Tech University studies; it involves monitoring of the academic progress of high school students in Maths and Physics and psycho-educational assessment of subjective factors of the process under research; testing the pre-university competence in Physics and Maths and streaming the results into equal control and experimental groups. Therefore, the second task of the experiment is formulated as the following: to define the present state of high school students' competence in Physics and Maths for Tech University studies; to form the experimental and control group of students to be tested.

The modeling stage involves design and implementation of the didactic model of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university; design and use of complex scientific and methodological materials in the process of training in physics and mathematics in experimental groups; development of the tasks of different types to use in training of high school students in physics and mathematics; experimental testing of pedagogical support of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university; defining the elements of the training process that need improvement. Training manuals and textbooks (i.e. in mathematics – 20, in physics – 14, 6 of them recommended by the Ministry of education and science of Ukraine) were developed by the author, based on the above mentioned scientific concept of the scientific and methodological complex of training in physics and mathematics.

So, the forming stage of the experimental work is aimed at controlling the effectiveness of the model of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university. It defines the necessity of the implementation of the complex of scientific and methodological materials and pedagogical support as the main elements of the didactic model. Abovementioned correlates with the third task of the experiment: implement the didactic model into the process of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university.

The analytical stage is targeted at qualitative and quantitative comparison of the results of secondary diagnostic control test of the level of knowledge of the students in experimental and control groups; control of the effectiveness of the model of pre-university training of the high school students in physics and mathematics including didactic materials developed by the author; having seminars and instruction meetings on the results of experimental work; systematization and scientific analysis of the results of the experiment, statistical analysis and summarizing, preparing a monograph, introducing obtained scientific achievements at the institutes (faculties) of the pre-university training. At this stage the main results and conclusions confirming the hypothesis were drawn.

The analytical stage realizes the fourth experimental task: conduct secondary diagnostics of the level of pre-university preparation; compare and analyze the results at experimental and control groups.

The credibility of the results of the experiment is provided by the number of cognitive procedures, which make up the defined stages of scientific research. This is provided by the validity of choice of control and experimental groups as well as by the reliability of the methods of statistical selection of the experiment along with the validity of the diagnostic tools.

The investigation of the effectiveness of the designed didactic model of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university is provided by means of monitoring of the results of pre-university training in physics and mathematics in the experimental groups, and comparison of the achieved results with the results in the control groups.

To define control and experimental groups it is necessary to form the experimental research base along with general and selected populations of the research.

The experimental research base included the Institute of Preparatory Training of the National Aviation University; the Pre-enrolment Training Center of the V. N. Karazin Kharkiv National University; the Faculty of Pre-University Training of the National University of Food Technologies; The Faculty of Preparatory Training of the Luhansk Taras Shevchenko National University.

General population of the research unites students of high school, who are taking the preparatory courses at technical university (institutes of pre-university study, pre-enrollment courses, faculties of pre-university (pre-enrollment) education, centers).

Selected population of the research unites students of high school, who are taking the preparatory courses at the universities of the defined experimental base. In order to provide the representation of the results of the experimental work the volume of selected population is calculated with confidence probability of 99%, which must comprise 900 to 1406 respondents [5, P. 46]. In our case it is 1650 students.

The classification of the experimental researches by V. D. Melash [3], allows to define the pedagogical experiment on defining the level of pre-university preparation in physics and mathematics as artificial (by the method of forming the conditions), converting (by the purpose of the research—improvement of the level of pre-university preparation of students in physics and mathematics), complex (as per the structure of the process—pre-university preparation), multivariate (by the number of factors influencing the study process - both external and internal).

Accordingly, the experimental factor is the implementation of didactic model of pre-university training of high school students in physics and mathematics for technical university (which was theoretically proved in chapter 3) – viewing it as an independent value which is implemented and controlled in order to confirm the hypothesis -in other words if the model influences the level of preparation of students (is the dependent variable).

Defined independent and dependent variables are the categories of the analysis in the designed pedagogical experiment, for that reason shown as the empirical parameters, which call for the appropriate methods of investigation.

At pic. 1. You can see that the selected methods of investigation are defined by the content and purpose of each stage of experimental work. The whole set of general and special methods of experimental work can be divided into theoretical, empirical and mathematical.

The theoretical methods of scientific cognition (analytic-synthetic and structural-functional ones, simulation, design, comparison, quantitative and qualitative analyses) allowed to present the investigated process of pre-university Physics and Mathematics high school students training in a consistent manner; to determine its structural components, impact factors and their reflection in the psychological and educational literature; to substantiate the theoretical and methodological approaches and the concept of the complex scientific-methodological support; to abstract and classify the initial positions and the results of the investigation; to simulate the investigated process in theory and construct a didactic model of the physical-mathematical training of high school students prior to

Technical University studies; to justify the author's complex scientific-methodological support of the investigated process.

The empirical methods of cognition (experiment, monitoring, study of documents, questionnaire survey, testing, expert evaluation, observation, content analysis) were aimed at proving the efficiency of using the didactic model of the pre-university Physics and Mathematics training of high school students prior to Technical University studies; determining the current state of pre-university Physics and Mathematics preparation for studying by various components (target, motivation, cognition, activity, reflexiveness, effectiveness); studying the quality of the educational process in the institutes (departments) of pre-university training (education).

The mathematical methods (the methods of mathematical statistics: F-test - the Fischer angular transformation, O – the signs test) were used to transfer the observation results into quantitative values and check their certainty and reliability.

In addition a group of *organizational methods* - planning, coordination, organizing the investigation participants' activities was used to prepare and carry out the experiment.

A criterion in the scientific literature means basis for assessment, definition or classification of the investigated phenomena, processes or systems. That is, the criterion in the pedagogical experiment performs the qualimetric function of transfer of the qualitative features of the investigation into quantitative data. That is, the criteria can be considered as quantitative models of quality components of the phenomenon under investigation; projecting this idea on the problem field of our investigation, the criteria of physical and mathematical training level of high school students for Technical University studies are the quantitative display of qualitative results of the structure analysis of pre-university Physics and Mathematics training, i. e. its components (target, motivation, cognition, activity, reflexiveness and effectiveness). Conducting the system analysis the researcher is required to maximize similarity (consistency) of the criteria and components of the phenomenon under investigation. The difference in the components and criteria is that the former reflect

qualitative (nominal, simulated) characteristics of the process under investigation, and the latter – quantitative ones (empirical, experimental) [9]. According to the projected structure of the pre-university Physics and Mathematics training of high school students, we chose the investigation criteria of target, motivation, cognition, activity, reflexiveness and effectiveness for experimental work.

The specified level system of the experiment results evaluation involves the characteristic of criteria (target, motivation, cognition, activity, reflexiveness and effectiveness) and pre-university levels of Physics and Mathematics training of high school students (low, medium and high).

The low level of Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies in accordance with its components is characterized by: the lack of conscious goals for successful learning in the technical field; reproductive nature of cognitive activity; immature independent learning activity of high school students; their immature cognitive needs studying Physics and Mathematics; low level of learning achievements in the education system “CEI (comprehensive educational institutions) – pre-university training – HTEI (higher technical educational institutions)”, lack of extracurricular educational activity; disadaptation to HTEI educational environment; conviction in the lack of gift for Physics and Mathematics.

The medium level of Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies is characterized by the: unstable nature of cognitive purposes of high school students for further Technical University studies; lack of desire for self-actualization while preparing for studying; lack of focus on the development of interests in the study of Physics and Mathematics; predominance of motivation to avoid failure in education; average level of learning achievements in education “CEI - pre-university training – HTEI”; situational nature of participation in extracurricular activities; adaptation to the process of pre-university preparation; lack of confidence in personal gift for Physics and Mathematics and its development.

The high level of Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies is characterized by: realism and awareness of objectives

for acquisition of a technical profession; value attitude to learning activities; creativity and autonomy in cognitive activity; focus on the development of physical and mathematical interests; prevalence of success achievement motivation in learning; high level of academic performance in the education system “CEI – pre-university training – HTEI”; extra-curricular activity and creativity; adaptation to the process of professional training; awareness of personal physical and mathematical abilities and ways of their further development; high performance of final evaluation in the process of pre-university training.

In general, the credibility of the pedagogical experiment results is provided by sufficient sampling; choice of assessment of knowledge and skills in Physics and Mathematics as a main indicator of experimental work; taking into account subjective and objective factors influencing the process of pre-university training of high school students; recurrence and duration of diagnostic surveys; using the methods of mathematical statistics to verify the reliability of obtained quantitative data.

Thus, we have described the pedagogical experiment program in order to show impact effectiveness of the didactic model which is based on the author's complex scientific and methodological support to the process of pre-university Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies. The purpose, hypothesis, objectives, stages, methods of experimental work have been substantiated; the construction process of the general and sampling frame and the experimental database of the research has been described. Based on the theoretically substantiated components of Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies (target, motivation, cognition, activity, reflexiveness and effectiveness) and corresponding criteria, the three levels of such training outcomes (high, medium and low) have been designed. *The prospects for further research* are determined as experimental verification of the developed didactic model of Physics and Mathematics training of high school students for Technical University studies; definition of the effectiveness of the proposed educational transformations; approbation of the author's complex scientific-methodological support of pre-university Physics and Mathematics preparation of

high school students; reproduction of effective practices of pre-university training in scientific and methodological literature.

References

1. **Honcharenko S. U.** Pedagogichni doslidzhennia: metodologichni porady molodym naukovtsiam [Pedagogical researches: methodological recommendations for young researchers] / Semen U. Honcharenkov. – Kyiv; Vinnytsia: TOV firma “Planer”, 2010. – 308 p. (ukr)
2. **Zagviazinskiy V. I.** Metodologiya i metody psikhologo-pedagogicheskogo issledovaniya [Methodology and methods of psychological and pedagogical research] / V. I. Zagviazinskiy, R. Agafonov. – Moscow: ASABEMA, 2001. – 207 p. (rus)
3. **Melash V. D.** Osnovy naukovy-pedagogichnyh doslidzhen' [Basics of scientific pedagogical researches] [Electronic resource] / Valentyna D. Melash. – AccessMode:http://socgum.mdpu.org.ua/index.php?option=com_mtree&task=listcats&cat_id=2320&Itemid=0. (ukr)
4. **Metodologichni zasady** pedagogichnogo doslidzhennia [Methodological basics of pedagogical research]: monography / [Ye.M. Khrykov, O. V. Adamenko, V. S. Kurylo and others]. – Luhansk: Vyd-vo DZ “LNU imeni Tarasa Shenchenka”, 2013. – 248 p. (ukr)
5. **Borysova Yu. V.** Metodologiya ta metody sotsialnyh doslidzhen' [Methodology and methods of social researches]: [manual] / Yu. V. Borysova. – Kyiv: DTsSSM, 2003. – 216 p. (ukr)
6. **Metodologiya** yak vazhlyvyi skladnyk naukovogo doslidzhennia v pedagogitsi [Methodology as important component of a scientific research in pedagogics] / S. Goncharenko, V. Kushnir // Neperervna profesiyna osvita: teoriya i praktyka: collection of research papers / Professional education pedagogics and psychology institute of APN of Ukraine. – Kyiv, 2002. – Edition 4. – p. 15 – 22. (ukr)
7. **Osnovy metodologiyi** ta organizatsiyi naukovykh doslidzhen' [Basics of methodology and organization of scientific papers]: [manual for students, trainees and post-graduate students] / edited by A.Ye Konversky]. – Kyiv: Tsentr ychbovoyi literatury, 2010. – 352 p. (ukr)

8. **Osnovy naukovykh doslidzhen'** u sotsialny roboti [Basics of scientific researches in social work]: manual / Bukach M. M., Popova T. S., Klymeniuk N. V.; edites by M. M. Bukach. – Mykolayiv: ChDU im. Petra Mogyly, 2009. – 284 p. (ukr)

9. **Formuvannia kryteriyiv** [Criteria formation] [Electronic resource] // Thematic article archive. – Access Mode: <http://ukrarticles.pp.ua/nauka/10432-formirovanie-kriteriev.html>. (ukr)

Муранова Н. П.

Програма експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті

У статті представлено логіку експериментального дослідження рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті – визначено його гіпотезу, етапи, завдання, методи; описано процес побудови генеральної та вибіркової сукупностей та експериментальної бази дослідження. Представлено результати аналізу наукової літератури щодо методологічних засад проведення емпіричних педагогічних досліджень; визначено тип спроектованого педагогічного експерименту. Описано організаційний, констатувальний, формувальний і аналітичний етапи експериментальної роботи, а також їх зв'язок із завданнями та методами дослідження. Охарактеризовано програму педагогічного експерименту щодо виявлення ефективності впливу дидактичної моделі, основу якої складає авторське комплексне науково-методичне забезпечення процесу доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників. Обґрунтовано критерії (цільовий, мотиваційний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивний, результативний) та рівні (високий, середній, низький) результатів емпіричного дослідження відповідно до спроектованих компонентів фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті. Визначено перспективи впровадження спроектованої програми педагогічного експерименту в процес доуніверситетської фізико-математичної підготовки старшокласників.

Ключові слова: педагогічний експеримент, емпіричне дослідження, програма вивчення рівня фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті.

Муранова Н. П.

Программа экспериментального исследования уровня физико-математической подготовки старшекласников к обучению в техническом университете

В статье представлено логику экспериментального исследования уровня физико-математической подготовки старшекласников к обучению в техническом университете – определены его гипотеза, этапы, задачи, методы;

описано процесс построения генеральной и выборочной совокупностей и экспериментальной базы исследования. Представлено результаты анализа научной литературы о методологических основах проведения эмпирических педагогических исследований; определено тип спроектированного педагогического эксперимента. Описано организационный, констатирующий, формирующий и аналитический этапы экспериментальной работы, а также их связь с заданиями и методами исследования. Представлено характеристику программы педагогического эксперимента о выявлении эффективного влияния дидактической модели, основанием которой является авторское научно-методическое обеспечение процесса доуниверситетской физико-математической подготовки старшеклассников. Обоснованы критерии (целевой, мотивационный, когнитивный, деятельностный, рефлексивный, результативный) и уровни (высокий, средний, низкий) результатов эмпирического исследования в соответствии с спроектированными компонентами физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в техническом университете. Определены перспективы внедрения спроектированной программы педагогического эксперимента в процессе доуниверситетской физико-математической подготовки старшеклассников.

Ключевые слова: педагогический эксперимент, эмпирическое исследование, программа изучения уровня физико-математической подготовки старшеклассников к обучению в техническом университете.

Information about the author

Nataliya Petrivna Muranova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Basic and Special Disciplines, National Aviation University (Kyiv).

The article came to Editorial Board on 09.04.2013

Passed for printing on 26.04.2013