

*А. Д. Гутак, асистент,  
А. В. Нізовцев, к.пед.н., ст. викладач  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ НАФТОГАЗОВОЇ СПРАВИ**

*Розглянуто доцільність удосконалення підготовки майбутніх інженерів нафтогазової справи шляхом застосування системного підходу для оптимального планування, моніторингу й аналізу дослідних і промислових даних та статистичної обробки результатів з використанням комп'ютерних програм. Розроблено програмне забезпечення для отримання точної фізико-математичної моделі, яка враховує нелінійність і динамічність процесів експлуатації свердловин.*

*Ключові слова: системний підхід, математична модель, статистичний аналіз, обробка результатів.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** Зміни, які виникають у розвитку вищої школи й підготовці фахівців для нафтової та газової промисловості, поглиблення ринкових відносин, демократизація і підвищення конкуренції виробництва ставлять питання щодо подальшого вдосконалення роботи науково-педагогічних колективів ВНЗ та перепідготовки кадрів інженерно-технічних працівників, їх ефективного використання [1]. На сьогодні існує низка дослідних та навчальних центрів, що займаються навчанням і підвищенням кваліфікації фахівців підприємств нафтогазового комплексу, професійною підготовкою й перепідготовкою майбутніх інженерів. Пропонується спеціалізація з навчанням на реальних, «живих» методиках, програмах, приладах та обладнанні з метою підтвердження якості підготовки спеціалістів, проводиться незалежний екзамен-контроль, здійснюється ознайомлення із широким спектром навчально-методичної, науково-технічної й довідкової літератури [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми й на які спираються автори, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** У затвердженому НАК «Нафтогаз України» Положенні [1] про безперервне професійне навчання наголошується на основному завданні: вчасне у кількісному та якісному відношенні задоволення потреб галузі в керівних кадрах і спеціалістах з урахуванням тих змін, які відбуваються в бурінні нафтогазових свердловин, видобутку нафти і газу, транспортуванні й переробці цих видів сировини [2], використанні та впровадженні нової техніки і передової технології [3 – 5].

Професійна підготовка майбутніх інженерів потребує визначення категорій тих, кого навчають, вибору методик і програм, форм навчання, використання термінів, середовища й місця освіти, розроблення відповідних програм, забезпечення навчально-методичною документацією, кваліфікованими кадрами науково-педагогічних колективів кафедр і достатньої навчально-матеріальної та науково-технічної бази [6]. Метою професійної підготовки керівників і спеціалістів є здобуття ними додаткових знань, умінь та навичок згідно з програмами, які передбачають вивчення окремих предметів, розділів науки, техніки й технології, необхідних для виконання нової професійної діяльності [1]. Обсяг і зміст професійної діяльності передбачений виробничими посадовими обов'язками та інструкціями, а в навчальних закладах відображений в освітньо-кваліфікаційних характеристиках й освітньо-професійних програмах підготовки [2, 7].

Фахові дисципліни нафтогазової справи належать до спеціально-професійних і характеризуються майже незмінною у часі фізико-математичною основою. Це відкриті закони Дарсі, Дюпюї, Борисова, Крамера, Щурова [8] та інших, котрі можна трактувати як спрощені редуковані рівняння Ейлера, Максвела, Лейбензона й інших для відповідного середовища, що має конкретні структурні, геометричні й фізичні властивості [9]. Така стабільність у часі та фундаментальність цих законів з позицій процесу викладання фахових дисциплін і засвоєння студентами навчальних програм та спецкурсів має як позитивну, так і негативну сторони компетентнісної підготовки майбутніх випускників.

Позитивна сторона полягає у чіткій обґрунтованості процесів та об'єктів підземної й трубної гідравліки, фізики пласта, розроблення родовищ вуглеводнів, видобування нафти і газу. Це дає змогу не сумніватися в істинності їх фізико-математичних моделей. Віра в їх істинність має ґрунтуватися на експериментальному й виробничо-практичному підтвердженні, яке студенти отримують під час практичних і лабораторних робіт з використанням розроблених моделей. За відповідної точності приладів досягається близькість практичних, теоретичних, виробничих та експериментальних результатів, предмет засвоюється студентами як абсолютно конкретний із цілком визначеними властивостями об'єкта.

Негативною стороною є складність усвідомлення та відсутність інтересу до більш глибокого аналізу об'єктів і процесів нафтогазової справи, до творчого пошукового підходу: студент не має необхідності сумніватися у точності або коректності фізико-математичних моделей об'єктів та процесів, що вивчаються. На цій підставі зникає нагальна потреба в удосконаленні професійної підготовки майбутніх інженерів, якщо основна теоретична база незмінна, є закони й об'єкти, в яких вони діють, і немає потреби у їх аналізі та додаткових дослідженнях й

уточненнях. Це гальмує розвиток творчих здібностей, не стимулює інтерес у студентів, а інколи й у науково-педагогічних працівників випускаючих кафедр, котрі викладають ці предмети як теоретично завершені. Тому успішність та рівень підготовки майбутніх інженерів не повною мірою відповідає потребам сучасного виробництва й рівня науки, адже безпосередньо залежить від зацікавленості та участі в практичній і дослідній роботі особистості за фаховою спеціальністю.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою роботи є обґрунтування розробленої професійної підготовки майбутніх інженерів нафтогазової справи та пропозиція з її впровадження шляхом застосування як виготовлених натурних моделей, так і комп'ютерних програм для отримання та використання більш точної й доступної для розуміння моделі системи «пласт – свердловина», проектування і встановлення оптимальних технологічних режимів експлуатації та розроблення родовищ з урахуванням нелінійних і динамічних процесів видобутку вуглеводнів.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** В основі викладання нафтогазових дисциплін має бути професійна підготовка, що вимагає зацікавленості студента через проблему, інтригу, невідповідність реальних процесів їх ідеалізованій моделі. Метою практичної підготовки майбутніх інженерів у нашій роботі є експериментальні дослідження, що передбачають проектування та випробовування натурних установок [10 – 12], вивчення, уточнення й аналіз фізико-математичних моделей досліджуваних процесів чи об'єкта. Об'єкт розуміють як конкретний прилад, апарат, установку або пристрій; процес – як змінні стану і параметри об'єкта: тиск, температура, дебіт, гідравлічні опори, в'язкість, проникність тощо [6].

Суперечності між застарілістю стендового обладнання для практичних та лабораторних робіт, ручною обробкою результатів експериментів з побудовою одновимірних графіків та досконалістю методів, алгоритмів і програм для ЕОМ [13] призвели до того, що практична підготовка майбутніх інженерів у низці випадків взагалі виконується віртуально. При цьому втрачається важлива частина навчання – набуття фахових компетенцій, формування вмінь працювати з реальними нафтопромисловими установками й приладами, які мають свої особливості.

Таким чином, у технології організації та проведення практичних і лабораторних робіт як основі професійної підготовки майбутніх інженерів спостерігається дві крайності:

- на реальному обладнанні виконують експерименти із заздальгідь відомим і зрозумілим результатом (якщо студенти хоч трохи підготувалися теоретично) з подальшою ручною обробкою даних, що в більшості

випадків полягає в побудові графіків залежності та висловленні рекомендацій загального порядку;

- на ЕОМ віртуально виконують дослідження не реального об'єкта, а його наближеної теоретичної моделі (прототипу), що може бути підготовкою до експерименту на реальній свердловині, але не із самим об'єктом дослідження.

Для підвищення рівня професійної підготовки майбутніх інженерів нафтогазової справи стає доцільним використовувати високоефективні сучасні методи планування експерименту, автоматизації проведення та оптимальної обробки його результатів на комп'ютері. Завдяки розробленим нами методам коректного планування й обробки даних роботи свердловин на ЕОМ існує можливість зробити практичні та лабораторні роботи більш цікавими, непередбачуваними і фаховими й отримати статистично обґрунтовані результати з можливістю сформулювати професійні висновки і рекомендації.

Пропонована нами програма забезпечує можливість повною мірою використати могутній апарат сучасної теорії розроблення родовищ вуглеводнів, системний підхід, в основу якого покладено поняття фізико-математичної моделі об'єкта чи процесу, що досліджується, методів проектування експериментальної перевірки й уточнення параметрів. Практичні та лабораторні роботи за такої методики виявляють зворотний зв'язок у процесі професійної підготовки, ретельного вивчення досліджуваного об'єкта або процесу, який направлено на отримання апостеріорної моделі, що уточнює апріорну теоретичну базу. Впроваджені навчальні програми на ЕОМ підвищують ефективність підготовки фахівців нафтогазової справи на основі організації й проведення практичних і лабораторних робіт шляхом моделювання ситуацій на промислах. У студентів з'являється інтерес до наукових досліджень, фахове усвідомлення своїх майбутніх обов'язків та повноважень, які уточнюють теоретичні положення стосовно опису реальних об'єктів і процесів. Майбутні інженери відповідально ставляться до апріорних зразків та методик натурних випробувань відповідних установок, систем, продуктів виробництва з метою отримання об'єктивних характеристик цих виробів за апостеріорними моделями.

Навчальні програми підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів передбачають використання в навчальному процесі програми ЕОМ з підготовки майбутніх технологів й операторів видобування нафти та газу. Розроблена програма ЕОМ повністю узгоджується і копіює систему автоматизованого контролю й керування технологічними процесами експлуатації свердловин. Перша вкладка програми дає загальне уявлення про сучасні умови роботи на промислах та передбачає підготовку студентів до вибору оптимального технологічного режиму експлуатації свердловин. У ній представлено розріз свердловини й пласта і виведено

можливість задавати відомі параметри роботи газової свердловини (рис. 1, зліва). Ввівши параметри роботи свердловини, оператор, що працює з програмою, у першому наближенні вибирає діаметр насосно-компресорних труб (НКТ) згідно з ГОСТ 633-80 (рис. 1, справа). На практиці в нафтогазовій справі використовують такі режими експлуатації свердловин: 1) постійної депресії на пласт; 2) постійного градієнта тиску в привибійній зоні пласта; 3) постійного дебіту; 4) постійного вибійного тиску; 5) постійного гирлового тиску; 6) постійної швидкості газу на вибої тощо [8, 14]. До інших факторів, які обмежують дебіти свердловин, належать вібрація наземного обладнання при високих дебітах, що може призвести до руйнування арматури від втоми, різний ступінь стійкості до руйнування пластів у випадку багатопластових покладів та ін.

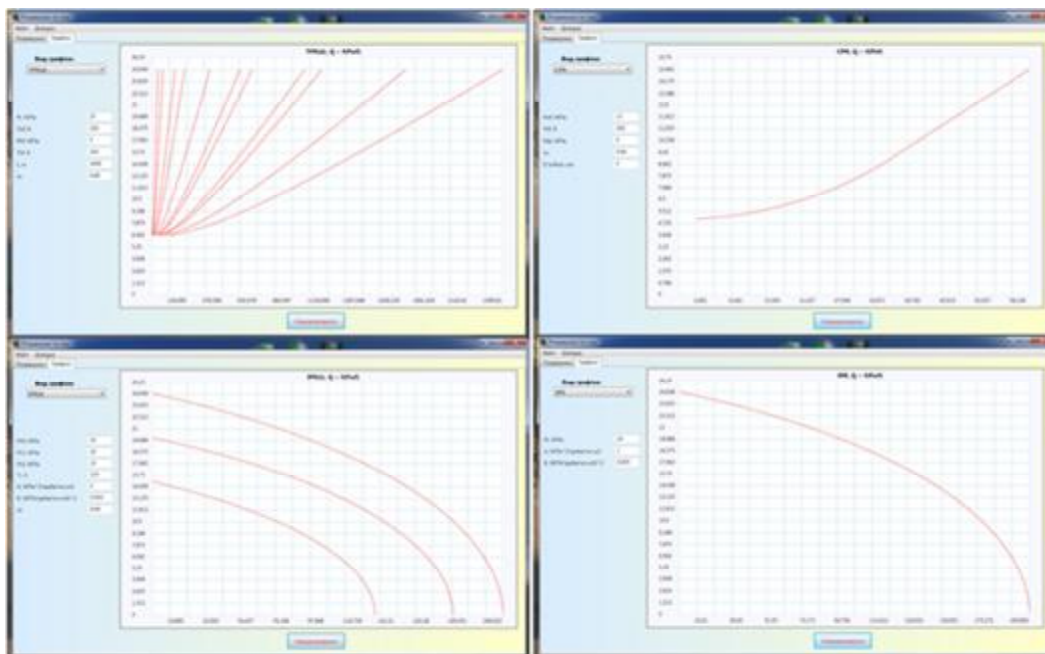
На другому етапі роботи з програмою оператор вивчає роботу свердловини за графічними залежностями, аналізує можливі технологічні режими, закладені у формулах з лівої сторони першої вкладки. Вивчення й аналіз роботи свердловини здійснюється шляхом умикання функції «Обчислити». Відкривається друга вкладка, де відображаються всі можливі графічні залежності. Їх вибирають за допомогою меню «Вид графіка», яке подає можливі графіки за міжнародною класифікацією: IPR, TPR, CPR, IPR(t), TPR(d), CPR(d), IPR + TPR, IPR(t) + TPR, IPR(t) + TPR(d), IPR(t) + TPR( $P_{hf}$ ), TPR + CPR, TPR(d) + CPR, TPR + CPR(d), TPR(d) + CPR(d), IPR +  $Q_{min}$ , IPR(t) +  $Q_{min}$ , IPR + TPR +  $Q_{min}$ , IPR(t) + TPR(d) +  $Q_{min}$ . (IPR – крива продуктивності свердловини; TPR – крива пропускної здатності НКТ; CPR – крива пропускної здатності шайби (штуцера);  $Q_{min}$  – крива мінімально необхідного дебіту;  $P_{hf}$  – гирловий тиск; t – час; d – діаметр) (рис. 2).



**Рис. 1. Перша вкладка програмного забезпечення розрахунку і встановлення технологічних параметрів роботи свердловини**

Технологічний режим роботи свердловини, встановлений з урахуванням того чи іншого визначального фактора або групи факторів, змінюється в процесі розроблення родовища вуглеводнів. Зміна технологічного режиму зумовлюється зміною того фактора, за яким був

установлений цей режим, або виникненням і впливом нових факторів на цьому етапі розроблення, котрі з так званих пасивних переходять в активні.



**Рис. 2. Друга вкладка програмного забезпечення опрацювання внесених даних роботи свердловини**

На вибір технологічного режиму можна активно впливати застосуванням методів інтенсифікації роботи свердловин. До них належать кріплення порід у привибійній зоні пласта піщано-цементною сумішшю, смолами, пластмасами й обладнання вибою свердловин фільтрами в нестійких колекторах, установлення цементних мостів і штучних екранів за наявності підшовної води, кислотні обробки, гідророзрив пласта (ГРП), гідропіскоструминна перфорація (ГПП) тощо. З метою збільшення проникності порід і залучення до дренавання всього продуктивного розрізу, застосовують інгібітори корозії, гідратуутворення, солевідкладення, методи інтенсифікації винесення рідини з газових свердловин за наявності ускладнень у їх роботі тощо. Кожний з методів вимагає ретельного дослідження та встановлення певного технологічного режиму експлуатації свердловини.

Для газоконденсатних свердловин доцільно підтримувати умову постійності вибійного тиску  $P_c = \text{const}$ , який перевищує тиск початку конденсації. За необхідності подачі газу певного тиску необхідно підтримувати умову постійності гирлового тиску  $P_g = \text{const}$ . Завдання встановлення технологічного режиму, виходячи із заданої умови, розрахувати зміну в часі дебіту або вибійного тиску. Якщо ці параметри відомі, нескладно розрахувати значення тиску і температури у стовбурі свердловини й газозбірних мережах. Загальним для всіх випадків є те, що

рівняння виснаження газового покладу розв'язують спільно за формулою притоку газу та вибраним технологічним режимом експлуатації [14]. Таким чином, зміну тиску в газовому покладі визначають із рівняння матеріального балансу

$$\frac{p_t}{z_t} = \frac{\frac{p_H}{z_H} \Omega_H - \frac{p_{AT} T_{ПЛ}}{T_{СТ}} N_t}{\Omega_t}, \quad (1)$$

де  $p_H$  і  $p_t$  – початковий і поточний, середньозважений тиск у покладі;  $Z_H$  та  $Z_t$  – відповідні цьому тиску значення коефіцієнтів надстисливості газу;  $\Omega_H$  і  $\Omega_t$  – початковий та поточний об'єми порового простору покладу (при газовому режимі  $\Omega_H = \Omega_t = \text{const}$ );  $N$  – сумарний відбір газу з покладу до моменту часу  $t$ .

Виходячи із заданого відбору газу з покладу, визначають зміну тиску в ньому. Підставляючи рівняння притоку газу до свердловини

$$p_t^2 - p_c^2 = AQ + BQ^2 \quad (2)$$

і відповідні значення технологічного режиму експлуатації свердловини:

$$\begin{aligned} Dp &= p_t - p_c = \text{const} \\ \left. \frac{dp}{dR} \right|_{R=r_c} &= \text{const}, \quad c = \frac{Q}{p_c} = \text{const} \\ Q &= \text{const} \\ p_c &= \text{const} \\ p_y &= \text{const} \\ w_g &= \text{const} \end{aligned} \quad \begin{array}{c} \ddot{u} \\ \ddot{i} \\ \ddot{i} \\ \ddot{i} \\ \dot{y} \\ \ddot{i} \\ \ddot{i} \\ \ddot{i} \\ \text{b} \end{array}, \quad (3)$$

обчислюють зміну в часі дебіту та вибійного тиску свердловини.

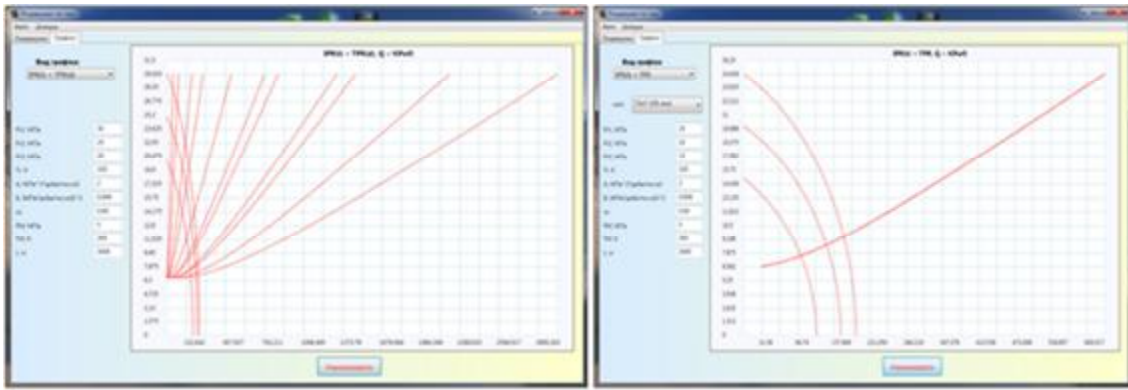
Наведені раніше твердження проілюструємо конкретними прикладами. Оператор ЕОМ, працюючи з програмою, має за зразок віртуальну свердловину, аналогію до якої можна закласти в програму, взявши дані виробничих випробувань. У продукції свердловини наявна пластова вода, конденсат, можливий виніс часток породи, утворення гідратів, відкладів смолопарафіноасфальтенів (СПАВ). Для успішної експлуатації такої свердловини необхідно забезпечити винесення рідини з вибою та не допустити значного винесення, руйнування породи привибійної зони, утворення відкладів, що перекривають канал підйому продукції вуглеводнів. Це можна досягнути кількома способами, одним з яких є встановлення оптимального технологічного режиму ( $v_{min} = \text{const}$ ) дотримання необхідної мінімальної швидкості руху газорідинної суміші по НКТ, яка б забезпечувала підйом рідини на поверхню. Спустивши у свердловину труби НКТ певного діаметра, можна забезпечити дотримання виконання цієї умови або, змінивши дебіт свердловини, режим ( $Q_{min} = \text{const}$ ).

Процес підбору діаметра НКТ досить трудомісткий, потребує багато часу та вимагає виконання значного обсягу розрахунків [8, 9, 14]. При виконанні розрахунків студентами на калькуляторі дуже легко зробити помилку чи вибрати некоректні дані; крім того, вихідні характеристики роботи змінюються, їх потрібно враховувати, що вимагає багаторазового перерахунку отриманих результатів за вибраною методикою. Неточність технологічних розрахунків таким способом пов'язана з необхідністю округлення проміжних результатів, що веде до отримання значень зі значними похибками. Запропонована нами програма дозволяє провести автоматизований підбір діаметра НКТ, який забезпечить необхідну мінімальну швидкість руху газорідної суміші, тобто буде дотримуватися умова винесення рідини з вибою свердловини на поверхню. Іншим обмежуючим фактором може бути стійкість колектора привибійної зони свердловини, котрий не допускає значного збільшення потоку газорідної суміші, що вимагає дотримання технологічного режиму неперевикнення постійного максимального градієнта тиску  $\left. \frac{dp}{dR} \right|_{R=r_c} = const.$  Установити оптимальний технологічний режим роботи свердловини дає змогу розроблена програма, що одночасно враховує кілька факторів, керуючись тим, який є найбільш визначальним з них.

На другій вкладці будують графіки кривої продуктивності IPR для поточного і майбутнього пластового тиску, на них накладають криві пропускної здатності ліфтових труб TPR та криві мінімально необхідного дебіту  $Q_{min}$ . Ці криві перетинають лінії IPR у точках, що відповідають робочому режиму роботи свердловини (рис. 3). Так, у процесі експлуатації свердловин параметри змінюються, а за допомогою запропонованої програми існує можливість постійного моніторингу (відстеження) діючого технологічного режиму експлуатації та коригування ним чи зміни у разі потреби й наявності обмежень, що можуть виникнути. На графіках вибирають діаметр НКТ або тиск на гирлі свердловини, за якого робочий дебіт буде більшим від мінімально необхідного для промислового колектора системи збору і підготовки вуглеводневої продукції.

Таким чином, за допомогою існуючої фізико-математичної моделі, закладеної у комп'ютерну програму, досягнута реальна можливість відстежувати й установлювати оптимальні технологічні режими та досліджувати (на порядок швидше і глибше) різноманітні ситуації, що можливі у процесі розроблення вуглеводневих родовищ, детально вивчати технологічні режими роботи свердловини залежно від унесених даних: пластовий, гирловий чи вибійний тиски, депресія, градієнт тиску, стійкість колектора, діаметр труб, опір системи збору, час розроблення родовища тощо, будувати відповідні графіки, отримувати необхідні залежності.





**Рис. 3. Друга вкладка з отриманими залежностями, за якими вибирають оптимальний технологічний режим**

**Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.** Для кожної існуючої та принципово нових практичних і лабораторних робіт доцільне використання розробленої нами програми, що забезпечує досвідом професійної діяльності. Вивчення й застосування в практичній підготовці майбутніх інженерів розроблених фізико-математичних моделей таких програм має за мету не лише отримання знань, умінь і досвіду, а й спрямоване на здобуття стійких навичок і компетенцій професійної та наукової діяльності, більш відповідальної (точної, акуратної, аналітичної, усвідомленої) інженерної підготовки. Широке застосування запропонованої програми можливе у контексті організації практик та експериментальних робіт за умови використання діючих (натурних) установок нафтогазопромислових об'єктів (сепараторів, насосів, систем «пласт – свердловина», циркуляційних систем тощо) на навчальних полігонах і ефективних методик підготовки й планування дослідів, коректної обробки даних на ЕОМ з алгоритмами оцінювання, фільтрації збурень та ідентифікації параметрів математичних моделей. Наявна матеріальна база (діючі установки) для професійної підготовки майбутніх інженерів, доповнена виробничими зразками, моделями і макетами за спеціальністю «Нафтогазова справа», розробленими комп'ютерними програмами у комплексі з пакетами прикладних програм ЕОМ для обробки даних експериментів, дає можливість суттєво модернізувати застарілі підходи до організації та проведення практичних і лабораторних робіт, зробити їх дійсно цікавими й корисними з погляду компетентнісного підходу, формування навичок наукових досліджень та більш точних і доступних інженерних розрахунків.

#### *Література*

1. Артемчук І.О. *Безперервне професійне навчання (Положення про систему безперервного професійного навчання керівників і спеціалістів нафтогазового комплексу. Наказ НАК «Нафтогаз України» від 20 лютого 2001 р. № 45)/* І.О. Артемчук // *Нафтова і газова промисловість*. – 2001. – № 4. – С. 61 – 64.

2. Фролов А.В. На шляху до створення галузевого науково-дослідного і навчального центру обліку природного газу та метрології газовимірювань / А.Ф. Фролов, Ю.В. Пономарьов // *Нафтова і газова промисловість*. – 1997. – № 4. – С. 43 – 44.
3. Мокін Б.І. Стратегія пошуку оптимального співвідношення лабораторного практикуму та наукових досліджень у навчальному процесі інженерних спеціальностей : монографія / Б. І. Мокін, В. О. Леонтєєв, О. Б. Мокін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2002. – 142 с.
4. Сільвестров А. Доцільність модернізації лабораторних робіт з електротехнічних дисциплін / А. Сільвестров, В. Піксов, О. Скринник // *Вища школа*. – 2012. – № 1. – С. 65 – 69.
5. Панфилов Д.М. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях. Практикум на ElectronicsWorkbench: в 2 т. / Д.И. Панфилов, В.С. Иванов, И.Н. Чепурин; под общ. ред. Д.И. Панфилова. – Т. 1 : Электротехника. – М. : ДОДЭКА, 1999. – 304 с.
6. Нізовцев А.В. Формування дослідницьких умінь студентів технічних університетів у процесі вивчення професійно-орієнтованих дисциплін: дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / Анатолій Володимирович Нізовцев. – Полтава, 2010. – 267 с.
7. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для студентов вузов / Александр Иванович Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
8. Довідник з нафтової справи / за заг. ред. В.С. Бойка, Р.М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. – Львів, 1996. – 620 с.
9. Евдокимова В.А. Сборник задач по подземной гидравлике / В.А. Евдокимова, И.Н. Кочина. – М.: Недра, 1979. – 168 с.
10. Патент на корисну модель №58327 Газогідродинамічна модель пласта / А.В. Нізовцев. – опубл. 11.04.2011 (№7).
11. Патент на корисну модель №58328 Модель підземного сховища газу / А.В. Нізовцев. – опубл. 11.04.2011 (№7).
12. Патент на корисну модель № 69793 Установка для визначення проникності колектора / А.В. Нізовцев. – опубл. 10.05.2012 (№9).
13. Ходяков И.А. MATHCAD 6.0 и ELECTRONICSWORKBENCH 5.12 в средней школе / И.А. Ходяков // *Информатика и образование*. – 1999. – № 7. – С. 70 – 79.
14. Нізовцев А.В. Конспект лекцій із дисципліни «Експлуатація свердловин на підземних сховищах газу» для студентів спеціалізації № 6.090300 «Видобування нафти і газу» всіх форм навчання / А.В. Нізовцев. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 135 с.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© А. Д. Гутак, А. В. Нізовцев

**УДК 378.147.88:622**

*А. Д. Гутак, ассистент,  
А. В. Низовцев, к.п.н., ст. преподаватель  
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА**

*Рассмотрена целесообразность усовершенствования подготовки будущих инженеров нефтегазового дела путём использования системного подхода для оптимального планирования, мониторинга и анализа исследовательских и промысловых данных и статистической обработки результатов с использованием компьютерных программ. Разработано программное обеспечение для получения точной физико-математической модели, которая учитывает нелинейность и динамичность процессов эксплуатации скважин.*

**Ключевые слова:** *системный подход, математическая модель, статистический анализ, обработка результатов.*

**UDC 378.147.88:622**

*A.D. Gutak, Assistant,  
A. V. Nizovtsev, Ph. D. (Dr.H.I.), Senior Lecturer  
Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuka*

## **MODERNIZATION OF TRAINING OF FUTURE ENGINEERS FOR OIL AND GAS INDUSTRY**

*The expediency of improvement in training the future engineers for oil and gas industry by means of using the systematic approach for optimum planning, monitoring and analysing the experimental and industrial data and for statistical treatment of results with help of computer programs has been reviewed. The software for acquiring the exact physical and mathematical model, which takes into consideration the non-linearity and dynamical nature of operation processes of boreholes, has been developed.*

**Keywords:** *systematic approach, mathematical model, statistical analysis, data analysis.*