

УДК 658.51:622.24

## МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ

А.О.Устенко, О.Я.Малинка

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(03422) 42308  
e-mail: [public@nung.edu.ua](mailto:public@nung.edu.ua)

*Проанализированы компоненты процесса сооружения скважин как управляемой системы и взаимосвязи между ними. Предложена теоретическая модель исследуемого процесса и обобщенный подход к оценке его эффективности. Разработана система показателей и критериев эффективности процесса сооружения скважин.*

*We have analysed the elements of the hole construction process as a managed system, and relations among them. We have suggested the theoretical model of this process and the general approach to the estimation of its effectiveness. We have worked out the system of effectiveness indices and criteria of the hole construction process.*

**Постановка проблеми.** В розробці основ створення систем управління, в тому числі процесом буріння, важливе значення має їх орієнтованість на показники і критерії оптимізації. Це питання є ланкою, адекватною техніко-економічній природі досліджуваного процесу як керованої системи. Постає необхідність розвитку економіко-організаційних і функціональних моделей виробничих процесів спорудження свердловин, орієнтованих на реалізацію критеріїв ефективності організації і якості управління цими процесами. Для цього насамперед покажемо процес спорудження свердловин як об'єкт управління, як цілісну систему, і проаналізуємо його компоненти та взаємозв'язки між ними.

**Результати.** Якщо розглянути процес спорудження свердловин як кібернетичну систему, то вона складається з таких елементів: входу, виробничого процесу, зворотного зв'язку, цілі та обмежень. Ця динамічна система перебуває під постійним впливом і дією безлічі випадкових факторів, які мають досить різноманітну природу, що призводить до різних наслідків, а сам процес спорудження свердловин носить імовірнісний характер.

Вхід системи характеризує сукупність трудових, матеріальних, паливно-енергетичних ресурсів, необхідних для одержання кінцевої продукції бурових підприємств, зовнішнє (нарколишне) середовище, тобто сукупність факторів і явищ, які взаємно діють на систему (природні умови та ін.), а також встановлені способи впливу на рівень функціонування системи, наприклад, інструкції, положення, накази та ін., які визначають порядок, правила, умови і цілі дії системи. В сучасних умовах функціонування планова діяльність управління бурових робіт обмежується такими параметрами: 1) державне замовлення: проходка, тис. м; кількість закінчених будівництвом свердловин; приріст запасів нафти, газу і газового конденсату; 2) ліміти: ліміти державних централізованих капітальних вкладень, обсяги будівельно-монтажних робіт, ліміти централізовано розпо-

ділюваних матеріально-технічних ресурсів, у річних планах – абсолютні розміри фондів; 3) контрольні цифри: виробництво продукції, робіт, послуг у вартісному вимірюванні (розрахунково) для укладання угод; комерційна швидкість буріння, м/ст.міс.; прибуток (дохід) від виконання робіт; вдосконалення техніки, технологічних процесів або інші найважливіші показники науково-технічного прогресу; показники розвитку соціальної сфери; 4) економічні нормативи: плата за виробничі фонди; плата за трудові ресурси; відрахування від розрахункового прибутку в бюджет (в тому числі в місцевий); відрахування від розрахункового прибутку, а також амортизації, призначеної на повне відновлення основних фондів, в централізований фонд розвитку виробництва, науки, техніки і резерви міністерства (відомства); відрахування від прибутку, який залишається в розпорядженні підприємства, у фонди економічного стимулювання; граничний рівень запасів товарно-матеріальних цінностей на вартісну одиницю обсягу робіт.

Виробничий процес будівництва свердловин являє собою сукупність елементарних (простих) і комплексних процесів, результатом яких є свердловина на нафту і газ.

Вихід системи – кінцева продукція підприємства. Тому важливо встановити, що розуміти під продукцією стосовно вузького галузевого завдання – буріння нафтових і газових свердловин. Спорудження свердловин є підгалуззю нафтової і газової промисловості, основною метою якої є створення нових виробничих потужностей для розширеного виробництва нафти і газу в країні. Відповідно до цього під кінцевою продукцією бурових підприємств варто розуміти закінчені будівництвом, освоєнням та випробуванням свердловини.

Зворотний зв'язок – це один із видів з'єднання елементів керованої системи, який означає зв'язок між виходом якогось елемента і його входом, здійснюваний або безпосередньо, або через інші елементи системи.

Будь-який об'єкт функціонує в системі обмежень. Знаходження прийнятних оптимальних рішень залежить від правильного визначення кількості і розмірів обмежень, тому вони займають центральне положення в будь-яких моделях. В них відображаються всі умови і вимоги розв'язуваної задачі. Обмеження формулюються у вигляді системи рівнянь або нерівностей, які виражають можливість виробництва. У зв'язку з цим особливого значення набуває повнота і точність відображення в моделі всіх обмежень змінних величин. Кількість складених рівнянь і нерівностей визначає максимально можливу кількість видів і способів виробничої діяльності, яка може увійти в оптимальний план. При формулюванні обмежень необхідно, щоб всі дійсні матеріальні обмеження були точно представлені, однак слід прагнути до того, щоб в модель входила доцільна кількість обмежень.

За своїм характером обмеження можуть представляти рівняння або нерівності для окремих змінних або їх частини, для суми всіх змінних або суми добутку змінних на задані коефіцієнти.

За своїм економічним значенням всі обмеження поділяються на основні, додаткові і допоміжні, які виділяються в окремі групи. До основних належать обмеження, які накладаються на всі змінні величини або на більшість із них. Вони відображають основні умови планово-економічних задач. В процесі спорудження нафтових і газових свердловин – це обмеження по виробничих ресурсах, матеріальних витратах, капіталовкладеннях та ін.

Додаткові обмеження накладаються на окремі змінні або їх невеликі групи. Зазвичай вони формулюються у вигляді нерівностей, які обмежують знизу або зверху обсяг робіт, споживання окремих видів ресурсів і т.д. Такі обмеження забезпечують виконання робіт у заданому обсязі, визначають межі задоволення якихось умов. За їх допомогою пов'язуються окремі блоки моделі, які являють собою ряд часткових задач в загальній задачі.

Допоміжні обмеження не мають самостійного економічного значення. Вони використовуються головним чином для забезпечення правильного формулювання економічних вимог та їх математичного запису.

Якщо уявити собі об'єкт нашого дослідження як цілісну систему, то, на наш погляд, її істотні особливості полягають в такому:

- свердловина – це елемент деякої регіональної цілісності, соціально-економічної інфраструктури, елемент середовища;

- свердловина як елемент цілісної інфраструктури є соціально-економічною цілісністю, цілісною системою, якій властиві певний набір, сукупність компонентів, частин-факторів;

- компоненти, фактори даної цілісної системи породжують нові інтегративні, системні якості, невластиві її складовим, при цьому фактори характеризуються певним набором поєднанням параметрів;

- специфічний спосіб взаємозв'язку і взаємодії компонентів, факторів, які утворюють цілісність, виступає як внутрішня організаційна структура;

- процесу спорудження свердловин властивий процес управління як антипод дезорганізації, який дає змогу стабілізувати систему, зберегти її якісну визначеність, підтримувати динамічну рівновагу із середовищем, забезпечувати вдосконалення системи і досягнення можливо більшого ефекту. Об'єкт дослідження включає керувану і керуючу системи, при цьому процес управління реалізується із використанням інформації, а наявність прямих і зворотних зв'язків, замкнутість циклу цих зв'язків виступає як єдність забезпечення динамічної рівноваги. В той же час процес управління не є довільним набором правил, дій на шляху досягнення цілей системи, а являє собою певну послідовність етапів-функцій, які складають управлінський цикл, що реалізує настільки ж певний склад, сукупність задач управління.

Метою процесу спорудження свердловин є досягнення нафтогазоносного горизонту для подальшої його експлуатації (видобутку нафти і газу). При цьому варто розрізняти:

а) глобальні, кінцеві цілі процесу праці, тобто в загальному випадку присвоєння людиною речовини природи у змінній формі, придатній для її власного життя, а в конкретному випадку – досягнення нафтогазоносного горизонту, випробування і здача свердловини в експлуатацію;

б) часткові цілі – тобто цілі кожної зі стадій обігу і виробничої стадії в загальному випадку і кожної зі стадій господарської діяльності у виробництві бурових робіт в конкретному випадку, зокрема, забезпечення засобами виробництва і робочою силою, процес спорудження свердловини на продуктивній стадії і досягнення нафтогазоносного горизонту, випробування і здачі об'єкта в експлуатацію (друга стадія обігу).

В усіх випадках досягнення глобальних, кінцевих і часткових цілей вважається першочерговим поряд із виробництвом благ (споживчої вартості та створенням і зростанням вартості).

Наше завдання при формуванні теоретичної моделі процесу спорудження свердловин полягає в тому, щоб дати опис цих цілей у термінах досліджуваного процесу.

Обмеження модельованої системи пов'язують можливі способи і дії (альтернативні плани) із зовнішніми обмежувачими факторами. Так, розглядаючи процес спорудження свердловин як кібернетичну систему, слід зазначити, що на способи її реалізації зазвичай накладаються обмежувальні умови, згідно з якими об'єкт повинен бути споруджений протягом певного терміну або при певних витратах. При моделюванні цієї системи необхідно враховувати, що можливі варіанти технології і організації будівництва повинні забезпечити виконання робіт протягом терміну, який не перевищує задану величину.

Система, що розглядається, характеризується багатьма параметрами, певному поєднанню яких на виході відповідає величина технічних і економічних показників. Завдання вибору найбільш ефективних рішень полягає в знаходженні для кожного фіксованого відрізка часу (або інтервалу буріння) такого поєднання керування параметрів, які на виході системи забезпечують найкращі економічні показники з дотриманням у заданих межах технічних умов виробництва.

Вибір керування параметрів є одним з складних завдань моделювання економічних систем. Задача зводиться до аналізу сутності економічних процесів, які протікають в системі, виділення найбільш характерних із них, їх математичної формалізації і побудови економіко-математичної моделі. Керувані параметри повинні бути логічно пов'язані з метою та обмеженнями системи.

Як основу для створення сучасної системи управління для процесів спорудження свердловин слід розробити концептуальну теоретичну модель процесу, побудовану із залученням засобів наукової абстракції.

Для побудови теоретичної моделі керування системи процесу спорудження свердловин необхідний апарат основних понять.

Цілісна система як сукупність компонентів, взаємодія яких породжує нові (інтегративні, системні) якості, невластиві її складовим, досить умовно може бути описана як певна сукупність "факторів", тобто причин, рушійних сил її існування, життєдіяльності, кожен з яких характеризується деякою системою "параметрів", тобто постійних рис і властивостей "фактора", які можна виміряти (маються на увазі загальноприйняті терміни, які характеризують власне кажучи компоненти, їх властивості і риси, які використовуються при описі власне факторів та їх параметрів у виробничому процесі спорудження свердловин.

Більш повний і розгорнутий опис факторів вимагає розгляду процесу спорудження свердловин у вигляді теоретичної моделі як джерела формування понятійного апарату як для моделювання, так і для класифікації процесу спорудження як об'єкта реалізації функцій і задач управління.

Як прототип використовується багатомірна структурно-функціональна модель процесу праці, де наведені компоненти (фактори) процесу праці і функціональна система управління, їхня взаємодія, які в сукупності утворюють систему "процес праці". У найзагальніших рисах діаграма моделі процесу праці включає у взаємозв'язку і взаємодії такі компоненти керування системи:

- цілі процесу, товар як єдність споживчої вартості і вартості; процес як єдність процесу праці і процесу створення вартості; процес як єдність процесу виробництва і процесу обігу;
- спосіб і характер дій, особисті і речові елементи процесу (праця, предмети праці, засо-

би праці), які забезпечують можливість досягнення цілей системи.

Завдання щодо спорудження свердловин характеризується надзвичайно великою складністю, багатогранністю і широким взаємозв'язком факторів і умов. При моделюванні задач не можна застосовувати загальноприйнятий розподіл на головні і другорядні фактори виробництва. Якщо якийсь фактор або умова впливає на виробництво, він повинен знайти відображення в розробленій теоретичній моделі процесу спорудження свердловин.

Щоб організаційно-технологічна модель не була занадто ускладнена і могла бути практично використана, при формалізації задач необхідно чітко розрізнити дві групи умов і вимог виробництва. Якщо є умови, які впливають на хід виробництва загалом, але в даній задачі не обмежують його розвиток, вони не повинні включатися в модель. Але всі ті умови, які лімітують розвиток виробництва, безумовно, включаються в розроблену модель процесу спорудження свердловин. Оскільки в систему нерівності включаються не всі фактори, організаційно-технологічна модель являє собою відому абстракцію реального процесу. Однак модель обов'язково повинна зберігати істотну структуру реальної проблеми, тому що тільки в цьому випадку її аналіз дає змогу відкрити кількісні залежності і пізнати сутність цієї проблеми.

Абстрагування від ряду несуттєвих рис розв'язуваної задачі є неодмінною умовою побудови практично придатної для використання моделі. При цьому задача може бути представлена в моделі більшою або меншою кількістю факторів і умов, і залежно від цього модель може бути більше чи менше складною. Мистецтво моделювання і полягає тому, щоб при формалізації кожної конкретної задачі і побудови її моделі знайти раціональні межі і не допустити зайвих ускладнень і спрощень.

Сучасний процес спорудження свердловин як системний об'єкт характеризується високим ступенем складності, великою кількістю складових елементів з багатьма функціональними зв'язками, динамічністю, імовірнісним характером та іншими особливостями.

Організаційно-технологічна модель повинна бути адекватною до об'єкта, що розглядається, тобто описувати об'єкт і вимоги організації і технології виробництва з достатнім ступенем деталізації. Крім того, важлива стійкість моделі, тобто, щоб в процесі експлуатації в неї вносилися мінімальна кількість виправлень, зумовлених постійними змінами об'єкта моделювання.

Домовимося розуміти під способом і характером дій технологічні процеси досягнення цілей. Технологічний процес загалом розуміється як закон, який затверджує послідовність дій щодо зміни предмета праці у виробничому процесі, як сукупність всіх дій людей і засобів виробництва. Цей закон обумовлений свідомою метою процесу праці і визначає спосіб і характер дій працівника, якому він повинен підкори-

ти свою волю. Технологічний процес – це якісні (фізико-хімічні і механічні) зміни предмета праці (форми, розмірів, стану, розташування, зовнішнього вигляду і т.д.), які відбуваються в результаті впливу людини на предмет праці із застосуванням тих чи інших засобів праці.

Існують загальні міжгалузеві поняття для опису технологічного процесу як фактора виробництва і відповідні уявлення про параметри цього фактора. Так, будь-який технологічний процес може бути описаний у вигляді кінематичних схем глобальних і часткових процесів (наприклад, глобальні наукові і виробничі процеси або часткові процеси, що їх складають, за стадіями господарської діяльності). Основними параметрами, які описують такі схеми, є параметри складних сіткових структур, які припускають можливість опису “входів” і “виходів” на кожному елементарному перетворенні, операції.

Технологічний процес може бути представлений з достатньою повнотою як організована сукупність елементарних перетворень, наприклад, технологічних операцій, робіт, кожна з яких, у свою чергу, може бути описана відповідними параметрами. Під технологічним процесом буріння або власне процесом буріння ми розуміємо ту сторону виробничого процесу, яка характеризує корисну працю щодо досягнення нафтогазоносного об’єкту для видобутку нафти (газу) із застосуванням всіх факторів (компонентів) як умов її виконання, тобто корисну працю, яка виробляє споживчу вартість специфічного виду.

Технологічний процес являє собою послідовність, комплекс елементарних перетворень – рейсів. Відзначимо, що подібно тому, як у машинобудуванні технологічна операція складається із деякої кількості переходів, рейс як технологічна операція складається із послідовності специфічних дій.

Кожен рейс і його переходи припускають участь, застосування факторів на “вході” і одержання результату досягнення цілі – “виходу”, специфічних залежно від умов.

Кожен із факторів може бути описаний строго визначеною сукупністю (поєднанням) параметрів. Розглянемо фактори-компоненти, які беруть участь у реалізації елементарного перетворення рейсу і параметри, які їх характеризують.

Під факторами-компонентами, які беруть участь в реалізації рейсу як специфічного процесу праці, ми розуміємо прості моменти процесу праці – доцільну діяльність або саму працю, предмет праці, засоби праці.

Специфічна доцільність діяльності в процесі буріння є конкретною працею робочої сили в цьому процесі.

Існують міжгалузеві поняття для характеристики предмета праці як фактора виробництва і відповідні уявлення про параметри цього фактора. Будь-який предмет як предмет праці і як продукт, наприклад, подія, матеріал, напівфабрикат, комплексуючий виріб, деталь, складальна одиниця, будемо називати предметами праці загального застосування.

В процесі буріння використовуються предмети праці загального застосування (основні і допоміжні матеріали, паливно-енергетичні ресурси і т.д.) і предмети праці на ремонтно-експлуатаційні потреби для відповідних виробництв.

До даних природою предметів праці можна віднести, наприклад, свердловино-точку розвіданого родовища нафти (газу), обраного для спорудження свердловини. В силу особливостей розглянутого специфічного процесу праці будемо розрізняти основний даний предмет праці – родовище, підготовлене до спорудження свердловини.

Існують стійкі уявлення про “даний природою предмет праці” як про фактор бурового виробництва і відповідні уявлення про параметри цього фактора. Цей специфічний предмет праці неоднорідний і мінливий, характеризується цілим рядом параметрів, які визначають його властивості: крихкість, пластичність, в’язкість, твердість, щільність, абразивність, проникливість, насиченість та ін..

Існують міжгалузеві терміни опису засобу праці як одного із компонентів виробництва і відповідні уявлення про його параметри. Засоби праці в процесі буріння – це комплекс бурового устаткування, інструменту, який приводиться в рух, дія для здійснення виробничого процесу бурових установок, бурильних труб, турбобурів, бурильного інструменту і т.д. і т.п.

Ми розглянули особисто-речовинний зміст рейсу як елементарне перетворення в технологічному процесі буріння. Існує ще одна специфічна характеристика рейсу – режим буріння, режим взаємодії людей, знарядь і предметів праці з природно-геологічним середовищем, тобто поєднання параметрів (осьове навантаження на долото, кількість оборотів ротора, якість і кількість промивальної рідини), які істотно впливають на показники роботи долота і оперативно вимірюються із поста управління.

Ми описали граничний склад компонентів у виробничому процесі – праця, предмет і засоби праці та їхні параметри, які реалізують елементарне перетворення – рейс і використовуються в ньому безпосередньо. Таким чином, технологічний процес як комплекс послідовно здійснюваних елементарних перетворень – рейсів виступає як сукупність усіх дій людей і засобів праці в природно-геологічному середовищі над специфічним предметом праці, даним природою, дій, які виконуються у певному технологічному режимі.

При вказаному технологічному процесі перший рейс починається з денної поверхні, а заключний свідчить про досягнення цілі – нафтогазоносного горизонту. У свою чергу, це означає, що в технологічному процесі буріння кожен рейс потребує часу, специфічних засобів виробництва, праці і т.д.

Економічне значення розглянутих компонентів досить значне, оскільки вони є вихідною первинною підставою для формування базових техніко-економічних показників рівня прогресивності, ефективності і якості технологічних

процесів, виробничого процесу загалом, у тому числі і процесу створення вартості.

Процес створення вартості в буровому виробництві – це такий аспект виробничого процесу спорудження свердловин, який характеризується винятково з кількісної сторони суспільно необхідних витрат уречевленої і живої праці і тривалості періоду, протягом якого продуктивно затрачається робоча сила. Цей власне вартісний аспект керованої системи, представлений на ординаті (рис. 1) теоретичної моделі процесу спорудження свердловин.

Під виробничим процесом загалом ми розуміємо єдність процесу праці і процесу створення вартості.

Визначаючи виробничий процес спорудження свердловин, будемо виходити з того, що процес виробництва є процесом праці створення вартості. Тому виробничий процес спорудження свердловин ми визначаємо як єдність процесу праці і процесу створення вартості, тобто корисна праця по досягненню нафтогазового горизонту для видобутку нафти (газу), випробування і т.д. і т.п. із застосуванням факторів (компонентів) процесу як умов його виконання, з одного боку, і процес праці, який розглядається винятково з кількісного боку суспільно необхідних витрат уречевленої і живої праці та тривалості періоду, протягом якого затрачається робоча сила – з іншого (див. абсцису рис. 1, де на часовій осі  $x(t)$  представлений процес виробництва і обігу).

Необхідно відзначити, що будь-який виробничий процес повинен відбуватися безупинно, при заданій швидкості, регулярно, надійно. Ця важлива умова його нормальної організації забезпечується доцільним рівнем запасів. Під запасами виробничого процесу спорудження свердловин розуміють сукупність матеріальних, трудових і грошових ресурсів бурового виробництва, необхідних для того, щоб процеси обігу і виробництва бурових робіт протікали безупинно, з необхідною швидкістю, регулярністю і надійністю. У буровому виробництві розрізняють поточний, підготовчий і страховий запас.

Розмір ресурсів, запасів визначається метою, обсягом програми і параметрами процесу виробництва і обігу (абсциса рис. 1 – вісь "x"), з одного боку, і базовими нормативами витрат праці і засобів виробництва (ордината рис. 1 – вісь "y") – з іншого. Істотну роль для визначення обсягу ресурсів, які вводяться в дію, і запасів відіграють календарно-планові нормативи. Зрозуміло, що роль цього рівня є також важливою у формуванні економіки процесу спорудження свердловин.

Сукупність економічних показників, норм і нормативів (вісь "y", рис. 1), кругообігу виробничих фондів (вісь "x", рис. 1), ресурсів і запасів характеризує процес спорудження свердловин як інтегративну соціально-економічну систему.

Загалом фактори "праця", "предмети праці", "засоби праці", "технологічні процеси" співвідносяться з глобальними, кінцевими і ча-

стковими цілями, інтегративною соціально-економічною системою і в сукупності утворюють цілісну керовану систему (рис. 1).

Саме ця цілісність та її елементи є об'єктами управління, образно кажучи – "предметом праці" для керованої системи, яка реалізує загальні функції управління (вісь "z" на рис. 1). Іншими словами, будь-яка загальна функція управління і їх сукупність, розглянуті з точки зору управління досліджуваним об'єктом, наповнюються конкретним специфічним змістом, який визначається факторами процесу спорудження і процесом як цілісністю, представленими на ординаті і абсцисі (рис. 1). На рисунку 1 представлені відносини функцій керованої системи з керованою системою, їх зв'язки і єдність.

Сфера походження системи критеріїв і показників ефективності процесу спорудження свердловин описується з необхідною і достатньою повнотою контурами теоретичної моделі (рис. 1).

Під системою показників і критеріїв ефективності досліджуваного процесу будемо розуміти сукупність показників і критеріїв, пов'язаних у єдиній ієрархічній системі, адекватній відносинам субординації (підпорядкованості, співпідпорядкованості) у часі і просторі, складових його компонентів як цілісної системи. Таке визначення системи показників і критеріїв вимагає виявлення питання про процес їхнього формування у часі і просторі, про їхні зв'язки і взаємодію. Відповідь на ці питання слід шукати насамперед у природі самого процесу. Розглянемо його з використанням теоретичної моделі та уявлень про ієрархічну систему техніко-технологічних показників даного процесу.

Теоретична модель, як ми вже бачили, вказує на існування наступної ієрархії компонентів системи, яка є адекватною логіці організації управління процесу спорудження свердловин: технологічні процеси (з усіма елементами, які складають це поняття); стадії господарської діяльності; запаси, ресурси; всі стадії господарської діяльності як інтегративна соціально-економічна система; керована функціональна система.

В ході дослідження теоретичної моделі ми визначили технологічний процес спорудження свердловини як комплекс послідовно здійснюваних процесів підготовки монтажу, буріння і кріплення, випробування і демонтажу (вісь "y", рис.1), які виступають як сукупність усіх дій людей і знарядь праці в природно-геологічному середовищі над специфічним предметом праці, даним природою; дій, виконуваних у певному технологічному режимі. Крім того, ми бачили, що цей процес має дві сторони, перша з яких полягає в одержанні специфічної споживчої вартості – у спорудженні нафтогазовидобувної свердловини, а друга – в утворенні вартості. При цьому первинною, дійсною підставою для формування базових техніко-економічних показників рівня прогресивності, ефективності і якості технологічних і виробничих процесів в

цілому, у тому числі і процесу утворення вар-

ТС  
ТД  
ЦІ  
КІ  
ПІ  
СІ  
ДІ

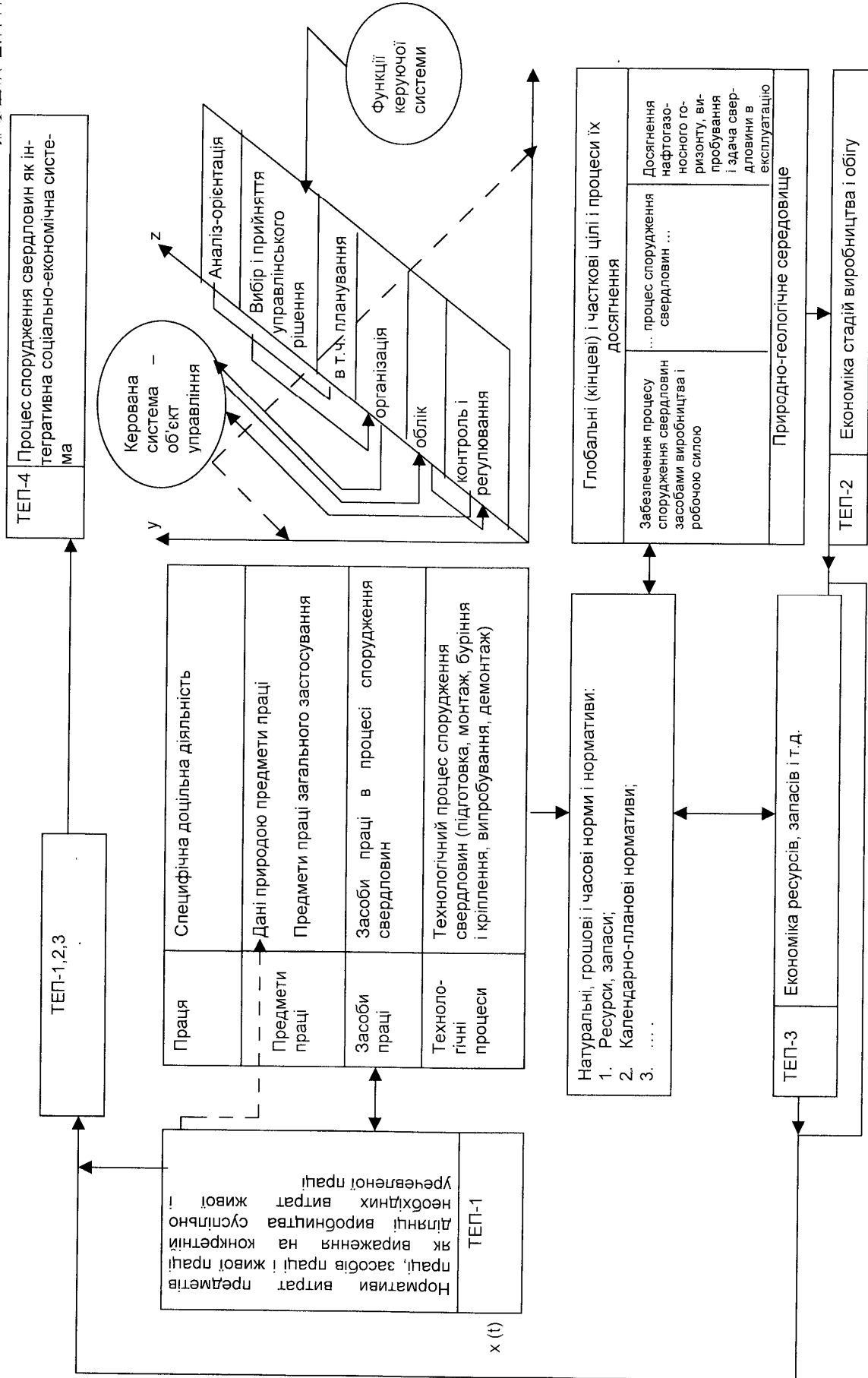


Рисунок 1 – Теоретична модель процесу спорудження свердловин

нійним поєднанням цих складових із врахуванням їх зв'язків і взаємодії. При цьому синтетичний або кінцевий показник вибраного технологічного процесу повинен відображати в єдності кінцеві техніко-технологічну і вартісну характеристики процесу.

Говорячи про кінцеві результати, ми маємо на увазі кінцевий результат всього процесу (від земляних робіт до задачі свердловини замовника). Відповідно домовимося під технологічним процесом в широкому значенні цього слова розуміти повний цикл, у тому числі і власне процес спорудження свердловин.

Розглядаючи повний цикл будівництва свердловин, слід відзначити, що концепція про критерій швидкості проходки свердловини і вартості метра проходки [4], яка може розглядатися стосовно повного циклу, на наш погляд, зведена до дослідження рейсової швидкості, тобто до однієї зі стадій повного циклу (хоча і до однієї із вирішальних). Проте критерій, який базується на використанні частини процесу – рейсу і рейсової швидкості, з точки зору повного циклу як цілісності є некоректним, і нам здається неправомірним безпосередній причинно-наслідковий зв'язок "рейсова швидкість – ефективність процесу буріння". Наприклад, відомо, що найкращі показники рейсової швидкості можуть бути зведені до нуля при неефективній організації кріплення і планово-ремонтних робіт (так само хороші показники технічної швидкості можуть бути знецінені в результаті несвоєчасної ліквідації ускладнень, аварій, організаційних неполадок і т. д.). Тому із двох процесів спорудження свердловин, очевидно, ефективним можна вважати той, який забезпечує вищу циклову швидкість при мінімальних витратах на метр проходки свердловини.

Стосовно повного циклу спорудження свердловини і циклової швидкості можна сформулювати таке положення: гармонійне поєднання між параметрами підготовчих робіт зі спорудження свердловини, будівництвом наземних споруджень і монтажем бурового і силового устаткування, підготовчих робіт до буріння, швидкісним режимом буріння, кріпленням і ремонтними роботами, випробуванням, розбиранням і демонтажем наземних споруджень і устаткування та їхнє транспортування на нову свердловину-точку, які дають можливість одержати більш високу циклову швидкість, необхідні якісні показники при мінімізації вартості метра проходки по свердловині в цілому при даній технічній озброєності бурової, будемо називати раціональним (оптимальним) процесом спорудження нафтових і газових свердловин.

Як впливає з цього положення, до змісту відомого технологічного критерію для регулювання процесу буріння (який базується на використанні формули рейсової швидкості) ми додали, по суті, час і витрати, які нарастають при переході від рейсової до технічної, від технічної до комерційної і від комерційної до повної циклової швидкості.

Організації і веденню стадій господарської діяльності відповідає своя внутрішня ієрархічна система техніко-економічних показників швидкостей (від рейсової до повної, циклової). У зв'язку з цим слід зазначити, в реальному масштабі часу до завершення повного циклу будівництва свердловини безпосередньо можуть бути використані тільки показники механічної і рейсової швидкостей (хоча б тому, що сукупності рейсів передують і за цією сукупністю слідує роботи, тривалість яких враховується в розрахунку циклової швидкості). Це зауваження також справедливе і для комерційної швидкості. Тому виникає завдання приведення факторів, які визначають комерційну і циклову швидкість, до ієрархічного вигляду, коректного для використання в оперативному управлінні (у реальному масштабі часу).

Зберігаючи рейсову швидкість як вихідну, відправну точку, побудуємо схему зв'язків для визначення гармонійного поєднання параметрів системи. Виходячи з методики визначення швидкостей буріння, відомо, що при одній і тій же рейсовій швидкості циклова швидкість залежить від тривалості робіт, які передують процесові буріння, і робіт, які слідує за ним і супроводжують його. Відношенням витрат часу (і вартості) "підготовчо-заклучних" робіт до витрат часу (і вартості) механічного буріння і спуско-підйомних робіт (СПР) можна характеризувати процес прискорення (при достатній якості) будівництва свердловини загалом. Отже, за інших рівних умов із безлічі варіантів спорудження свердловин найбільш ефективним є той, для якого це відношення буде мінімальним,

$$(Z_{tc} - \eta) / \eta \rightarrow \min, \quad (1)$$

де:  $Z_{tc}$  – витрати часу (вартості) циклу спорудження свердловини;

$\eta$  – витрати часу (вартості) механічного буріння і СПР.

Із цього простого вираження впливає важливий висновок, що мінімізація різниці  $(Z_{tc} - \eta)$  – головне завдання оптимального управління, яке тягнє як до організаційно-адміністративного управління, так і до управління власне технологічним процесом буріння. При цьому, як і раніше, мінімізація часу механічного буріння і СПР та досягнення максимально можливих рейсових швидкостей зберігає своє значення як вузлове завдання управління технологічними процесами. Аналогічно у формулі відображена важливість мінімізації вартості найбільш значних робіт щодо витрат ресурсів у циклі будівництва свердловин (буріння і СПР).

Однак для цілей оперативного управління формула (1) не може використовуватися без відповідних поправок, пов'язаних із диференціацією різниці в чисельнику на "попередні" і "наступні" бурінню і СПР роботи

$$Z_{tc}^{u(m)} = Z' + \eta^{(m)} + Z''/\eta \times \eta^{(m)}; \quad (2)$$

$$Z_{tc}^{u(m)} = Z' + \eta^{(m)} \times (1 + Z''/\eta), \quad (3)$$

де:  $Z_{tc}^{(m)}$  – умовно витрати часу (вартості) циклу спорудження свердловин на момент "m" оперативного контролю;

$Z'$  – витрати часу (вартості), "попередніх" механічному бурінню і СПР (підготовчі роботи до будівництва, будівництво наземних споруджень, монтаж устаткування, підготовка до буріння та ін.);

$\eta^{(m)}$  – витрати часу (вартості) механічного буріння від їхнього початку до моменту "m" оперативного контролю;

$Z''$  – витрати часу (вартості) "наступних" за бурінням і СПР (допоміжні роботи, кріплення, випробування, демонтаж та ін.).

Фізичний зміст формули 1.2 полягає в тому, що в будь-який момент оперативного контролю "m" тривалість повного циклу будівництва свердловини (повна вартість свердловини) складається з витрат часу (вартості) попередніх робіт  $Z'$  і (нормативно) частки загальної тривалості (вартості) "наступних робіт  $Z''/\eta$ ", які припадають на час (вартість)  $\eta$  механічного буріння і СПР за станом на момент оперативного контролю "m".

З формул (2) і (3) випливає, що з наближенням  $Z_{tc}^{(m)}$  до  $Z_{tc}^u$ , тобто завершенням циклу спорудження свердловин  $\eta^{(m)} \rightarrow \eta$ , формула (2) набуває вигляду

$$Z_{tc}^u = Z' + \eta + Z'' \quad (4)$$

Якщо ввести у формулу (2) показник  $L^{(m)}$  – глибини проходки момент "m" оперативного контролю, то одержимо

$$V_{\Pi}^{(m)} = L^{(m)} / T_{\Pi}^{(m)}, \quad (5)$$

де:  $V_{\Pi}^{(m)}$  – (умовно) циклова швидкість на момент "m" оперативного контролю в процесі управління;

$T_{\Pi}^{(m)}$  – (умовно) тривалість циклу спорудження свердловини на момент "m" оперативного контролю.

Використання наведених показників  $V_{\Pi}^{(m)}$ ,  $T_{\Pi}^{(m)}$  дозволяє орієнтувати ухвалення управлінського рішення на кінцевий результат по двох найважливіших показниках – часу і вартості. В міру нагромадження різних робіт відповідно збільшується і загальна вартість свердловини. При орієнтації на кінцеві результати в умовах впровадження госпрозрахунку підприємству не байдужа вартість "попередніх" і "наступних" робіт, тому що можна економічно швидко пройти механічним бурінням свердловину до нафтогазоносного горизонту і тривалий час простояти, очікуючи проведення випробувальних робіт на приток нафти (газу), втрачаючи щоденно досягнуту технічну та економічну перевагу. Тому неможливо досягнути економічного успіху (мінімальних витрат по свердловині), не знаючи попередніх витрат і не орієнтуючись у витратах на "наступні" роботи. Доцільним є використовувати в ході орієнтації і прийняття управлінських рішень вартісний показник циклової швидкості

$$V_c^{(m)} = L^{(m)} / C_{\Pi}^{(m)}, \quad (6)$$

де:  $V_c^{(m)}$  – кількість метрів проходки на умовну одиницю витрат у момент "m" оперативного контролю (аналогічно  $V_{\Pi}^{(m)}$  у формулі (5));

$L^{(m)}$  – глибина проходки в момент "m" оперативного контролю;

$C_{\Pi}^{(m)}$  – (умовно) вартість повного циклу спорудження свердловини момент "m" оперативного контролю.

Показник  $V_c^{(m)}$  характеризує оборотність засобів на проходку свердловини, тобто зворотну величину вартості метра проходки. Таким чином, показники  $V_{\Pi}$ ,  $V_c$ ,  $T_{\Pi}$ ,  $C_{\Pi}$ , з яких перші два повинні прямувати до максимуму, а наступні – до мінімуму при даній  $L$ , є критеріями вибору оптимального варіанту технологічного процесу. Оскільки  $V_{\Pi}^{(m)}$  є часткою від  $L^{(m)} / T_{\Pi}$ , мінімум  $V_{\Pi}$  обумовлений мінімізацією  $T_{\Pi}$ , а максимум  $V_c^{(m)}$  відповідно до формули 6 залежить, насамперед, від мінімуму  $T_{\Pi}$ , задача вибору оптимального варіанту зводиться до задачі пошуку максимуму  $V_c$ , максимуму  $V_{\Pi}$  (при даній глибині проходки  $L$ ); як величина, пов'язана з мінімізацією  $T_{\Pi}$ , вона ідентична максимуму  $E$  коефіцієнта порівняльної ефективності. Подібність структур формування і змісту  $V_c$ ,  $V_{\Pi}$  і  $E$  дає підстави сформулювати такий підхід до визначення критерію оптимальності: з народно-господарської точки зору, з двох варіантів спорудження свердловини найбільш ефективним є той, при якому досягається максимум  $V_c$  (враховуючи ідентичну спрямованість  $E$ ,  $V_{\Pi}$  і  $V_c$ ). Підкреслюємо ще раз, що мова йде не про безпосередню подібність, а про подібність спрямованості дії.

Розглянуті показники і критерії можуть використовуватися в процесі оптимального управління при підтримці комп'ютерів і ЕОМ.

**Висновки.** Таким чином, ми показали теоретичну модель процесу спорудження свердловин, яка складається з таких компонентів: технологічні процеси (з усіма елементами, які складають це поняття); стадії господарської діяльності; запаси, ресурси; всі стадії господарської діяльності як інтегративна соціально-економічна система; керуюча функціональна система; і визначили систему критеріїв і показників ефективності процесу спорудження свердловин, яка ґрунтується на теоретичній моделі та уявленнях про ієрархічну систему техніко-технологічних показників даного процесу.

Поряд з перерахованими чотирма основними критеріями оптимізації ( $V_{\Pi}$ ,  $V_c$ ,  $T_{\Pi}$  і  $C_{\Pi}$ ) з використанням даних про ці елементи в розвинутій інформаційно-обчислювальній системі можна формувати найважливіші техніко-економічні показники господарської діяльності. Можливість більшої або меншої диференціації і композиції різних варіантів ТЕП зі складових основних компонентів формул (1)–(6) (у т.ч.  $V_{\Pi}$ ,  $V_c$ ,  $T_{\Pi}$  і  $C_{\Pi}$ ) забезпечує умови для визначення конкретних актуальних напрямів впливу на процес спорудження свердловини в ході орієнтації, аналізу, вироблення й ухвалення управлінського рішення.



## Література

1. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: Дело, 1992. – 702 с.
2. Плоткін Я.Д., Пащенко І.Н. Виробничий менеджмент: Навч. посібник; Збірник вправ. – Львів: ЛДУ “Львівська політехніка”, 1999. – 258 с.

3. Погарский А.А., Чефранов К.А., Шишкин О.П. Оптимизация процессов глубокого бурения. – М.: Недра, 1981. – 296 с.
4. Федоров В.С. Проектирование режимов бурения. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 245 с.

УДК 338.585.1

## ВИЗНАЧЕННЯ СТАВОК ДИСКОНТУ НА ЕТАПАХ ПОШУКУ ТА РОЗВІДКИ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ РОДОВИЩ

Я. С. Витвицький

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422)

e-mail: [public@nung.edu.ua](mailto:public@nung.edu.ua)

*Рассмотрены вопросы методики определения ставок дисконтирования. Для этой цели предлагается использовать кумулятивный метод. Рассмотрены особенности определения ставок дисконтирования с учетом основных факторов риска на различных этапах и стадиях геологоразведочного процесса на нефть и газ.*

*The questions of method of determination of rates of discounting are considered in the article. For this purpose it is suggested to use an accrual method. The features of determination of rates of discounting are considered taking into account the basic factors of risk on the different stages and stages of geological survey process on oil and gas.*

Процес пошуків та розвідки нафтових родовищ є тривалим, і тому оцінка інвестиційних проектів у цій сфері повинна здійснюватись з врахуванням фактора часу. Врахування фактора часу здійснюється шляхом застосування концепції дисконтування, що є ключовим моментом у сучасній теорії фінансів і, як відомо, базується на врахуванні зміни вартості грошей з плином часу.

Дисконтування – процес визначення теперішньої вартості майбутніх грошових надходжень за допомогою ставок дисконту.

Під ставкою дисконту (*discount rate*) мають на увазі норму доходу, що використовується для перерахунку грошових сум, які підлягають витрачанням або отриманню в майбутньому, у теперішню вартість.

Тому важливою і вкрай актуальною проблемою, яку необхідно вирішувати при аналізі інвестиційних проектів у пошуки і розвідку нафтових і газових родовищ та при оцінці запасів вуглеводнів у надрах є визначення ставки дисконту. Коректний вибір дисконтної ставки не тільки гарантує високу точність, а й забезпечує адекватність проведених розрахунків економічним та природним умовам того середовища, в якому будуть здійснюватись пошуки, розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.

Сучасна фінансово-економічна теорія має достатньо великий обсяг системних знань як щодо пояснення економічного змісту ставки дисконту, так і методики її розрахунків при про-

застосування методу кумулятивної побудови (*build-up approach*), що найбільш широко використовується на практиці.

Математично цей метод можна подати таким чином:

$$d = d_0 + \sum_{i=1}^n d_i,$$

де:  $d_0$  – базова норма доходу;

$\sum_{i=1}^n d_i$  – сумарна премія за ризик.

Вираз є моделлю поведінки типового інвестора при формуванні ним вимог до норми доходу на вкладений капітал. Перш ніж вкласти кошти в будь-який об'єкт інвестор зіставить доходність даної інвестиції з доходністю, на яку він може розраховувати, вклавши свої кошти в альтернативні активи з відомим рівнем ризику. Причому об'єктом порівняння не обов'язково повинен бути безризиковий актив. Будь-який вид активів, доходність і відносний ризик якого відомі, може бути використаний як база для порівняння. Зрозуміло, що доходність більш ризикованої інвестиції повинна перевищувати доходність менш ризикової інвестиції, оскільки саме приріст доходності є компенсацією за відносно більший ступінь ризику.

У західній практиці за базову найчастіше приймається норма доходу так званих “безри-