

2.2.4. Характеристика рівнів задач, які вирішуються при дослідженні складних фізичних систем

Розглянемо комплекс задач аналізу складних фізичних полів і процесів і прийняття рішень, які визначають їх поведінку. Спроба систематизувати ці взаємозалежні задачі приводить до чотирирівневої ієрархічної структури (рис. 2.5) [11].

Перший рівень. На даному рівні здійснюється вивчення СФС як об'єкта системного аналізу, на основі якого вирішуються задачі збору, обробки й оцінювання інформації про СФС, а також оперативний і технологічний впливи на процеси отримання інформації і впливи на СФС.

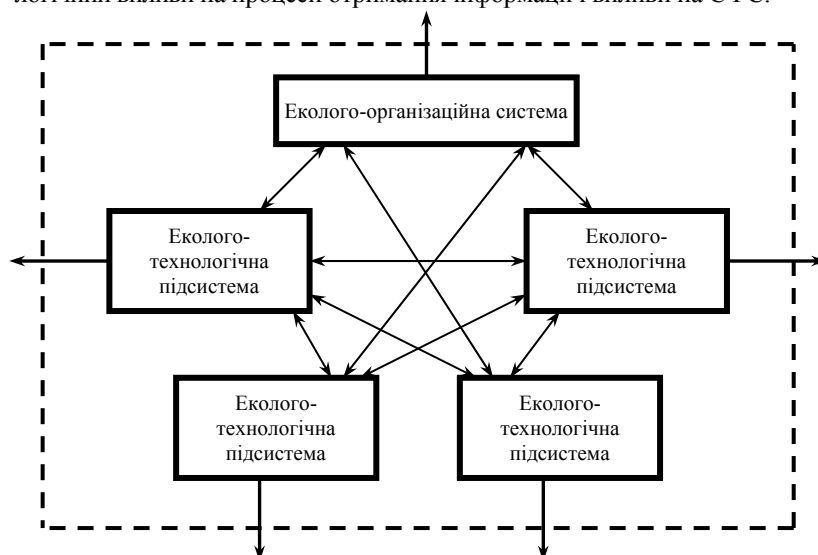


Рис. 2.4. Приклад взаємодії еколого-організаційної підсистеми ЕЕС

Вивчення СФС як об'єкта системного аналізу має на меті отримання основних теоретичних знань про об'єкт. Ці знання можуть бути отримані шляхом вивчення фізико-хімічних і інших процесів, що лежать в основі поведінки СФС, проведення цілеспрямованих і спланованих експериментів, ретельного пасивного вивчення поведінки об'єкта. Результатом цієї діяльності повинні бути рекомендації з побудови системи знань про об'єкт, а також найкращої організації збору й обробки кількісної і якісної інформації, що буде основним для аналізу його функціонування і прийняття необхідних рішень.

Збір кількісної інформації спрямований на отримання найбільш інформативних вибірок вимірюваних полів параметрів СФС.

На цьому етапі також відбувається збір *семантичної інформації* у формі суб'єктивних даних, отриманих від фахівців, що мають великі навички в практичному вивченні СФС, з метою істотного поповнення доступної для аналізу СФС інформації.

Підсистема оперативних і технологічних впливів призначена для цілеспрямованої зміни поведінки і характеристик СФС та системи збору, обробки й оцінювання інформації про СФС.

Технологічні впливи реалізуються у формі керуючих впливів на СФС і системи збору кількісної і семантичної інформації. Тип і характеристики зазначених впливів визначаються на другому рівні підсистемами семантичного і кількісного аналізу.

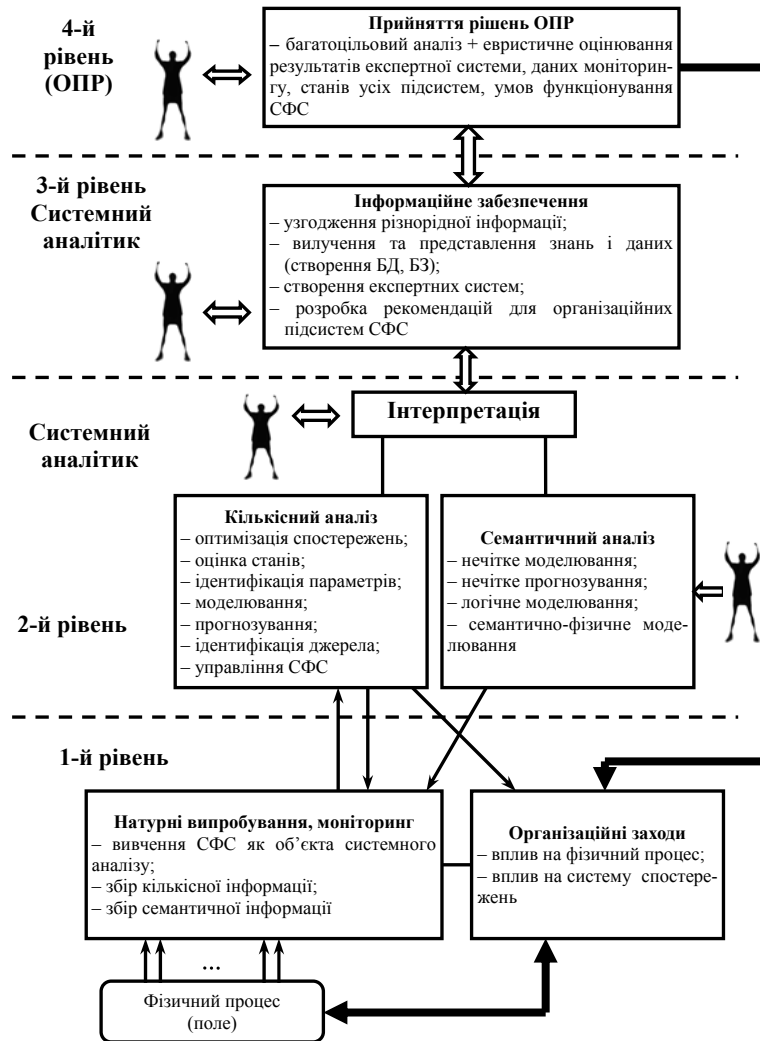


Рис. 2.5. Системний аналіз СФС, прийняття рішень, які визначають їх поведінку

Технологічні впливи реалізуються у формі керуючих впливів на СФС і системи збору кількісної і семантичної інформації. Тип і характеристики зазначених впливів визначаються на другому рівні підсистемами семантичного і кількісного аналізу.

Технологічні впливи на підсистему збору, обробки й оцінювання інформації про СФС здійснюються за результатами реалізації задач другого рівня ієрархії (комплекси задач семантичного аналізу і прийняття рішень та кількісного аналізу і керування), наприклад, задачі оптимізації спостережень, задачі логічного прийняття рішень, зокрема задачі про найкращу стратегію спостережень і ін.

Організаційні впливи реалізуються у формі комплексів організаційних заходів щодо відношення до системи збору інформації про СФС. Тип і характеристики зазначених впливів визначаються на другому і четвертому рівнях – підсистемами семантичного і кількісного аналізу (другий рівень), а також особою, що приймає рішення (четвертий рівень). Слід відмітити, що підсистема семантичного аналізу впливає на розглянуту підсистему не прямим чином, а через підсистему кількісного аналізу.

Другий рівень. На даному рівні вирішуються задачі семантичного і кількісного аналізу і підготовки до прийняття рішень по цілеспрямованій зміні поведінки СФС, а також керуванню системою натурних іспитів.

В основі цього рівня системи знаходяться:

- підсистема *кількісного аналізу*;
- підсистема *семантичного аналізу*.

Отримані після аналізу й обробки кількісні дані є вихідними для рішення комплексу задач моделювання і керування технологічними підсистемами. Кількісний аналіз, прогноз поведінки, перебування і реалізація оптимальних за заданими критеріями режимів функціонування технологічних підсистем СФС можуть бути проведені методами математичної фізики й обчислювальної математики з обліком стохастичних факторів.

Підсистема кількісного аналізу призначена для проведення повномасштабного експерименту над СФС із метою підготовки до прийняття рішень по цілеспрямованій зміні її поведінки.

Основними задачами, розв'язуваними даною підсистемою, є:

1. Розміщення (проектування) джерел фізичних полів і процесів.
2. Керування фізичними полями і процесами.

3. Керування вимірами фізичних полів і процесів (оптимізація спостережень).
4. Оцінювання джерел фізичних полів і процесів.
5. Оцінювання параметрів фізичних полів і процесів.
6. Моделювання, оцінювання і прогнозування станів фізичних полів і процесів.

Результат рішення кожної з наведених задач використовується іншими задачами як вхідна інформація або має самостійне значення. Їх взаємозв'язок представлений на рис. 2.6 [11].

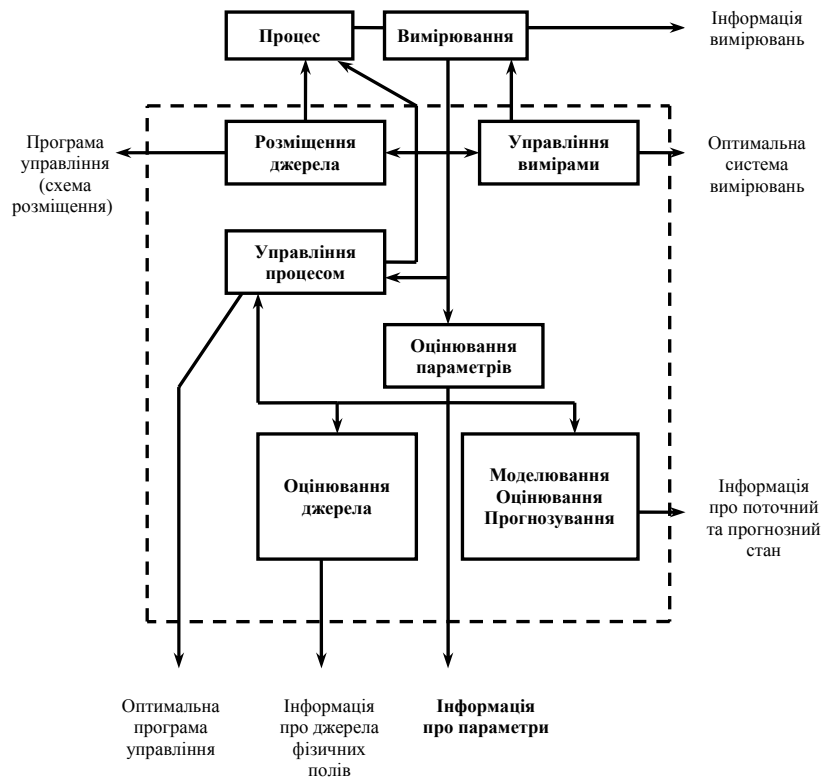


Рис. 2.6. Взаємозв'язок задач і методів моделювання і управління складними технологічними підсистемами

В основі кожної з представлених задач лежить задача моделювання. Методологічно всі зазначені проблеми зводяться до прямих, інверсних або зворотних задач математичної фізики [7].

Дані задачі вирішуються на основі залучення великого арсеналу методів теорії математичної фізики, теорії оптимального керування розподіленими системами, теорії розподіленої калманівської фільтрації, методів групового обліку аргументів, методів поділу і дуальності, різних кінцево-різних і кінцево-елементних методів обчислювальної математики і багатьох інших підходів.

Очевидно, що представлені задачі кількісного аналізу дуже складні. Для контролю коректності їх рішень, як правило, не можуть бути використані точні математичні методи, скажемо, теореми існування й унікальності рішень для диференціальних задач або апарат статистичного аналізу для статистичних моделей. Тому для "осмислення" результатів рішення задач кількісного аналізу створюється підсистема *семантичного аналізу*, яка дозволяє одержати результати на основі спільного використання відповідного математичного апарата й евристик людини.

У рамках семантичного аналізу розглядаються наступні головні групи задач [11]:

1. Нечітке моделювання, оцінювання, прогнозування.
2. Логічне моделювання, логічне оцінювання.
3. Якісно-фізичне моделювання, оцінювання, вироблення рекомендацій із прийняття рішень.

Підсистема семантичного аналізу "підпитується" інформацією з бази даних першого рівня і передає інформацію на третій рівень – підсистемі інформаційного забезпечення прийняття рішень.

Вироблені керуючі впливи передаються на перший рівень через підсистему кількісного аналізу і керування. Крім того, існуюча кількісна інформація, перетворена в семантичний вигляд шляхом "розмивання" або приведення до предикатного вигляду, служить поряд з неформалізованою семантичною інформацією й інформацією про стан технологічних складових основою для вирішення задач моделювання організаційних підсистем СФС і керування ними.

На третьому рівні, що є програмно-технічним інструментарієм для особи, що приймає рішення (ОПР), здійснюються узгодження різномірної інформації кількісного і якісного характеру, витяг і представлення знань і даних за допомогою відповідних БД і БЗ, створення експертних систем і вироблення рекомендацій для організаційних

підсистем СФС. Необхідно помітити, що принциповим недоліком кількісних методів дослідження стосовно до організаційних підсистем СФС є їх нездатність оперувати семантичними поняттями. Останнє означає, що інформація в організаційних підсистемах може мати як кількісне представлення, так і представлення у вигляді семантичних оцінок числових параметрів за допомогою значень лінгвістичних змінних, висловлювань і ін. При цьому відбувається погоджування зазначеної різномірної інформації і приведення її до одного вигляду.

Для рішення задачі погоджування і приведення інформації до одного вигляду здійснюється її представлення в деякій універсальній формі за допомогою так званих лінгвістичних змінних (ЛЗ), або предикатів. Отримана в такому вигляді інформація обробляється за допомогою спеціальних математичних методів моделювання, прогнозування або керування, сформульованих у нечіткій постановці. На основі обробки інформації, представленої в універсальному вигляді, за допомогою зазначених методів створюються бази даних і бази знань, що є основою експертних систем, які використовуються людиною для формування рішень на четвертому рівні ієрархічної системи (рис. 2.5).

Четвертий рівень. Стан СФС, представлений відомими станами всіх технологічних і організаційних підсистем, є вихідним для прийняття рішень щодо функціонування СФС. При цьому власне рішення приймається особою, що приймає рішення (ОПР), що спирається на наступну інформацію:

- результати роботи експертної системи (третього рівня);
- результати роботи групи експертів четвертого рівня (якій відомі рекомендації експертної системи);
- дані моніторингу, а також інформація про стан всіх технологічних і організаційних підсистем;
- відомі ОПР або сформульовані нею цілі й умови функціонування СФС.

Рішення, прийняте ОПР, реалізується в СФС. При цьому існує можливість оцінювати правильність прийнятого рішення.