

О. А. Тамаргазін, д-р техн. наук, проф.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-9941-3600
e-mail: avia_icao@mail.ru;

І. І. Ліннік, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0001-9815-4806
e-mail: ivanlinnik@hotmail.com;

ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В АЕРОПОРТУ

Постановка проблеми

Зі збільшенням вимог до якості рішень з керування виробництвом, дуже важливим чинником успішного функціонування аеропорту в сучасних умовах є раціональна система керування виробничими процесами та планування ресурсів. Однак, тільки раціональної побудови системи керування недостатньо. В умовах високорозвинутого технологічного виробництва, поряд з матеріальними потоками, збільшуються потоки інформації, що мають найбільш істотний вплив на процес керування. Тому своєчасна і оперативна обробка інформації є однією з найбільш актуальних задач, що визначає якість керування виробництвом. Основним засобом, що дозволяє вирішити цю задачу є створення в аеропорту єдиного інформаційного поля. При оперативному управлінні виробництвом інформаційні поля дозволяють автоматизувати величезну кількість рутинних операцій, а також відображати інформацію для прийняття рішень у режимі реального часу. При стратегічному управлінні інформаційні поля дозволяють досить точно розрахувати потреби в ресурсах, визначити «вузькі місця», проаналізувати ситуації «що, якщо...».

Процес керування — це діяльність осіб, що приймають рішення (ОПР) з формування вектора цілей керування, використання інформаційних ресурсів, ухвалення рішення, доведення керуючих впливів до підлеглих та контролюють діяльність підрозділів аеропорту [1, с. 17].

Найбільше глибоко розкрити зміст процесу керування дозволяє розгляд взаємозв'язків категорій теорії керування.

Категорія «режим керування» дає можливість акцентувати увагу на залежності в процесі керування контрольних параметрів вектора цілей

системи або деякої сукупності контрольних параметрів окремих задач від часу. Стійко керований процес може перебувати або в режимі балансування, або в режимі маневру [2, с. 42].

У режимі балансування контрольні параметри вектора цілей керування залишаються незмінними в часі. Тому сполучений з ним вектор стану системи з урахуванням відповідних керуючих впливів на систему коливається в обмежених межах щодо деякого стану «рівноваги». Таким чином, у режимі балансування відхилення станів системи від контрольного стану залишаються незмінними в часі. Прикладом режиму балансування є підтримка заданої готовності до застосування елементів системи.

У режимі маневру змінюється хоча б один з підконтрольних параметрів вектора цілей керування, або здійснюється перехід від одного вектора цілей керування до іншого, або розширюються контрольні параметри вектора цілей керування за рахунок додавання декількох незалежних параметрів. Прикладом режиму маневру може служити перехід системи з одного рівня готовності до іншого.

Категорія «спосіб керування» стосовно до процесу керування в аеропорту дозволяє визначити в часі мінливість структурної організації аеропорту, що реалізує процес керування. Виділяють безструктурний і структурний способи керування [3, с. 61].

Безструктурний спосіб керування припускає безадресне, циркулярне поширення інформації з метою зміни інформаційного стану елементів системи. При цьому вважається, що за рахунок самоврядування елементи системи створюють якусь тимчасову структуру й самостійно вирішують окремі задачі вектора цілей керування.

При безструктурному способі керування відсутні рівні ієрархії між елементами системи, але самі елементи системи можуть самоорганізуватися для досягнення конкретних цілей у якісь тимчасові структури.

Сутність безструктурного способу керування полягає в поширенні ідентичних інформаційних моделей (наприклад, прикладних знань, стереотипів відносин, поведінки, розпізнавання тощо) серед елементів системи й активізації цих модулів з використанням елемента-генератора «автосинхронізації» якщо буде потреба реалізації конкретних задач керування. Це керування статистичними характеристиками масових явищ на основі ймовірнісних передвизначеностей [4, с. 28].

Безструктурне керування визначається наявністю таких умов:

- елементи системи мають інтелект, самокеровані й здатні запам'ятовувати інформацію, що проходить через них;

- елементи системи можуть передавати інформацію іншим елементам, і є умови для інформаційного обміну між ними;

- достатня частина елементів перебуває в ідентичному або близькому до нього інформаційному стані.

Як приклад безструктурного способу керування в аеропорту можна розглядати процес навчання й перепідготовки персоналу.

Структурний спосіб керування припускає адресне поширення функціонально орієнтованої інформації зі структурних підрозділів аеропорту, які залишаються незмінними в процесі керування, для реалізації заданого вектора цілей керування.

Структурне керування вимагає дотримання таких умов:

- знаходження вектором цілей керування стійкості в часі;

- обсяг детермінованої (безперервної, регулярної) взаємодії елементів системи перевищує обсяг випадкової (статистично впорядкованої);

- тривалість процесів взаємодії елементів перевищує час їх життя;

- багаторазовий стійкий вплив на систему фактора, що негативно впливає на процес керування.

Класичним прикладом структурного способу керування є реалізація загальних процесів керування в цивільній авіації.

Як правило, у процесах керування аеропортом одночасно реалізуються способи структурного й безструктурного керування. Досвід їх спільного використання показує, що структурне керування народжується з безструктурного [4, с. 127].

Категорія «контур керування» дозволяє розглядати процес керування з погляду наявності в ньому стійкого, незмінного у часі зв'язку типу «ціль — суб'єкт — зв'язок — об'єкт».

Категорія «схема керування» стосовно процесу керування забезпечує уточнення відносини «зв'язок — інтелект». Це означає, що схема керування визначає використання:

- прямих і зворотних зв'язків у контурі керування;

- інтелекту системи для прогнозування її поведінки.

Виділяють три типи схем керування: програмне, програмно-адаптивне, предиктор — коректор.

При програмному керуванні зворотні зв'язки в системі не використовуються після включення схеми в процес, тобто не використовується поточна інформація про стан зовнішнього середовища й положенні об'єкта. Передбачається, що урахування усіх факторів, що впливають на процес керування, варіантів поведінки системи й можливих керуючих впливів здійснюється в повному обсязі на стадії формування системи. У програмній схемі керування повністю відсутня гнучкість у поведінці системи.

Програмно-адаптивна схема керування припускає використання як прямих, так і зворотних зв'язків. При цьому формування вектора керуючих впливів відбувається відповідно до фізичних принципів цього впливу на процес керування. Програмно-адаптивна схема керування має два недоліки [5, с. 11]:

- через помилки у вимірі вона необмежено накопичує помилку неузгодженості з вектора параметрів цілей керування, що контролюється;

- у ній спостерігається процес запізнення в реакції системи на фактори, що впливають негативно на процес керування.

У керуванні за схемою «предиктор — коректор» на додаток до можливостей програмно-адаптивної схеми використовуються можливості інтелекту системи із прогнозування розвитку подій. У цьому випадку здійснюється формування керуючих дій на основі прогнозу зміни факторів, що впливають на роботу системи, що дозволяє мінімізувати або виключити запізнення реакції системи на збурення. Крім того формування заздалегідь вектора керуючих впливів сприяє вивільненню деякого ресурсу інтелекту, тому що виключається ряд традиційних для програмно-адаптивної схеми операцій з обробки інформації.

Категорія «схема ухвалення рішення» стосовно процесу керування забезпечує уточнення відносини «рішення — інформаційний ресурс».

Це означає, що схема ухвалення рішення визначає:

- порядок накопичення інформаційних ресурсів для аналізу протягом ухвалення рішення;
- порядок перевірки на вірогідність інформаційних ресурсів, які використовуються при ухваленні рішення.

Стосовно інформаційних ресурсів виділяють три схеми ухвалення рішення: негайна, з аналізом накопиченої інформації, з аналізом і перевіркою накопиченої інформації на вірогідність.

Така схема передбачає ухвалення рішення тільки на основі вектора поточного стану (поточної інформації), без аналізу всіх інформаційних ресурсів, необхідних для ухвалення рішення. Вона орієнтована на мінімальні витрати часу на ухвалення рішення й не дозволяє системі поступово збільшувати свої можливості ні в найближчій, ні в віддаленій перспективі. Крім того, ця схема має низьку «завадостійкість» до недостовірної інформації, тому її використання можливе тільки в надзвичайних обставинах, що дуже рідко виникають у сучасних аеропортах.

Схема з аналізом накопиченої інформації передбачає ухвалення рішення на основі всіх необхідних для цього інформаційних ресурсів (накопичених і поточних), але за умови, що всі вони достовірні й не введені в систему для несанкціонованого зовнішнього керування системою.

Схема з аналізом і перевіркою накопиченої інформації на вірогідність передбачає перевірку інформації на вірогідність по відношенню до попередньої та на приналежність інформації до чужого, зовнішнього керування. Ця схема має найвищу «завадостійкість» і, як правило, найчастіше використовується в практиці керування аеропортом.

Виходячи із проведеного аналізу й функціональної моделі процесу керування аеропортом, класичне визначення змісту поняття «керування виробництвом», як цілеспрямованої діяльності ОПР з підтримки технологічних процесів в аеропорту з погляду вирішення поточних завдань або завдань у ході виникнення надзвичайних ситуацій може бути доповнене.

Представляється правомірним включити в зміст процесу керування аеропортом визначення вектора цілей керування, режиму керування, способу керування, схеми керування, схеми ухвалення рішення, типових функцій керування й контурів керування. Так, наприклад, заходу безпосередньої й завчасної підготовки дій підрозділів у надзвичайних ситуаціях доцільно розглядати в контексті схеми керування «предиктор — коректор». А якщо ні, то комплекс заходів завчасної підготовки, заснований на типових техно-

логічних процесах і ймовірних варіантах ситуації, перетвориться в шкідливу формальність при здійсненні програмно-адаптивного керування.

Вирішення проблеми

Розглянемо особливості процесу керування в сучасному аеропорту.

Процес керування в аеропорту завжди ініціюється ОПР. Це означає, що ОПР формує й реалізує процес керування або щодо зовнішньої цілі, тобто цілі, яка поставлена вищим керівництвом, або сам формує й реалізує ціль дій свого підрозділу на основі наданих повноважень, оцінки обстановки й призначення підрозділу. При цьому дії ОПР у процесі керування носять свідомий характер. Здатність ОПР до самостійного визначення цілей виробництва в межах своїх повноважень суттєво підвищує стійкість процесу керування, особливо в кризових ситуаціях.

Процес керування в аеропорту є цілеспрямованим. Він завжди формується й розбудовується щодо конкретної цілі. Усунення або зміна цілі веде до ліквідації процесу керування або зміні його змісту. Відсутність цілі не дозволяє ОПР будувати своя поведінка, щодо окремих об'єктів керування й підрозділу в цілому й, в остаточному підсумку, веде до деградації системи виробництва.

Процес керування в аеропорту є циклічним. Багаторічною практикою встановлено, що послідовність дій ОПР при реалізації процесу керування включає шість сталих етапів [6, с. 360]:

- оцінка ситуації;
- формулювання задуму;
- ухвалення рішення;
- планування;
- віддача й доведення наказів;
- контроль виконання.

Через можливі наслідки для аеропорту й творчий характер роботи ОПР найбільш складним і відповідальним серед них є етап ухвалення рішення. Рішення, які приймає ОПР на цьому етапі, становить основу процесу керування. Для досягнення поставленої цілі всі перераховані етапи можуть повторюватися багаторазово, утворюючи цикл керування конкретним підрозділом аеропорту.

При багаторазовому виконанні етапів у циклі зміст і обсяги робіт на кожному з них суттєво різняться. Вони зростають, коли з'являються непередбачувані впливи на діяльність аеропорту, і зводяться до мінімуму при відсутності таких впливів. Цикл керування закінчується з досягненням поставленої цілі.

Цикл керування аеропортом дозволяє сформулювати вимоги до тимчасових параметрів проце-

су керування. Сутність цих вимог полягає в тому, що час циклу керування не повинен перевищувати часу, необхідного для вирішення конкретної низки завдань.

Кожний із шести етапів циклу керування характеризується конкретними термінами виконання, фіксованою послідовністю дій, залученням відповідних фахівців, власними результатами. Інакше кажучи, у ході кожного етапу реалізуються конкретні інформаційні процеси, які в сукупності становлять процес керування. Тому для характеристики процесу керування поряд з назвами циклів керування можуть використовуватися терміни, що підкреслюють динамізм дій на цих етапах, а саме: процес оцінки ситуації, процес формування задуму, процес ухвалення рішення, процес планування, процес віддачі наказів і постановки завдань, процес контролю виконання.

Крім того, на кожному із шести етапів циклу керування ОПР здійснює обробку інформації. Під час роботи з інформацією використовуються сім типових операцій [7, с. 54]: вимірювання, упакування, транспортування, розподіл, обробка, зберігання й відображення. Операція «обробка» може деталізуватися. У цьому випадку в її складі виділяють наступні операції: пошук, сортування, розрахунки, маніпуляції даними з використанням формальної логіки, математичне моделювання.

У ході реалізації циклу керування аеропортом, коли рішення прийняте, плани розроблені, накази віддані, виникає завдання регулювання технологічними процесами, повинне реалізовуватись керування в рамках режиму балансування. Регулювальні впливи ОПР усіх підрозділів аеропорту повинні нейтралізувати фактори, що негативно впливають на роботу аеропорту (терористичний акт, складні погодні умови, аварійна посадка літака тощо). Ці регулювальні впливи відносно загального циклу керування в аеропорту можуть утворювати так звані *малі цикли* регулювання, що включають ті самі етапи, що й основний цикл.

Розпаралелювання процесу керування здійснюється виходячи зі специфіки реалізації більшості завдань в аеропорту, і може одночасно варіюватися з урахуванням поділу по видах, родах, класах об'єктів керування задіяних у вирішенні конкретної виробничої ситуації. Його доцільність підтверджується також при реалізації окремих технологічних процесів, оскільки в цьому випадку експлуатація, обслуговування, забезпечення, підготовка однорідних елементів суттєво спрощуються. Крім того, скорочуються обсяги інформаційних ресурсів, необхідних для ухвалення рішення, спрощуються їх структура й

алгоритми обробки. Синхронізація виконання й узгодження розпаралелювання процесів керування в загальному процесі керування здійснюються за етапами циклу керування. Для цього задаються інтервали часу виконання цих етапів, і для кожного з них інформаційні ресурси уніфікуються за видами і класами об'єктів керування.

Більшість виробничих систем в аеропорту по своїй суті є багатоцільовими й вибудовані ієрархічно. Це означає, по-перше, можливість послідовного або одночасного виконання процесів керування, що різняться ціллю, що досягається і змістом, а по-друге, багатоступінчасте здійснення процесу керування (за наявності декількох керівних інстанцій).

За одночасної реалізації в аеропорту декількох різних за змістом й метою процесів керування, як правило, не виникає необхідності в їх синхронізації у часі. Разом з тим повинні бути прикладені певні зусилля для узгодження цих процесів за складом та структурою інформаційних ресурсів, тому що вони виконуються із використанням одних і тих самих технічних і людських ресурсів.

Складність виконання багатоступінчастих процесів керування полягає в тому, що етапи циклу процесу керування нижчестоящої інстанції є складовими частинами етапів циклу керування вищої інстанції. Багатоступінчастість процесів керування передбачає жорстку синхронізацію виконання етапів циклу керування за часом у всіх інстанціях, а також уніфікацію й стандартизацію інформаційних ресурсів.

Таким чином, процес керування в аеропорту — це насамперед процес інформаційно-інтелектуальний. Аналітична робота з підготовки й ухвалення рішення виявляється неможливою без урахування інформації про властивості, стан, характер дій, місце розташування елементів системи керування, елементів середовища. Відсутність відповідної інформації не дозволяє визначити послідовність дій елементів системи для досягнення конкретної виробничої цілі. Вплив на об'єкти керування в аеропорту є також інформаційним. От чому змістовна робота ОПР у процесі керування — це інтелектуальна робота головним чином з переробки інформації. Тим самим визначаються значимість складу, структури й розміщення інформаційних ресурсів, а також актуальність, повнота, зв'язаність, вірогідність і доступність цих ресурсів, значимість методів, способів і алгоритмів обробки інформаційних ресурсів для процесу керування.

Процес керування в аеропорту передбачає виконання таких дій:

— визначити вектор цілей керування;

- визначити режим і способи керування;
- визначити схеми керування й ухвалення рішення;
- визначити контури керування з точністю до окремих підрозділів аеропорту, що беруть участь у конкретному технологічному процесі;
- визначити моделі життєвого циклу цих елементів і варіанти їх можливих станів;
- задати перелік функцій керування, необхідних для реалізації процесу;
- задати області визначення й значення кожної із цих функцій (і через них область визначення процесу керування);
- задати алгоритми виконання кожної функції керування;
- задати правила композиції функцій керування для реалізації процесу;
- указати принципи розпаралелювання процесу (за класами об'єктів та за станами);
- указати правила синхронізації процесів, що здійснюються паралельно: за змістом етапів циклу керування; за часом виконання етапів;
- указати правила вкладеності процесів керування за рівнями ієрархії.

Запропонований спосіб формування процесу керування містить передумови до багатоваріантності, що зумовлене способом формування функцій керування, можливостями розпаралелювання процесу й необхідністю його синхронізації. Це завдання виявляється на порядок більш складним, порівняно із формуванням функції керування.

Разом з тим навіть за наявності багатоваріантності запропонований спосіб формування процесу керування забезпечує суттєво більшу формалізацію й упорядкованість цілей процесу керування, чим вербальні описи цих процесів, які зараз застосовуються на практиці в аеропорту й які відрізняються залежністю від індивідуальних переваг ОПР.

Процес керування може бути заданий за допомогою функціональних систем, які лежать в основі функціонального підходу.

Якщо ієрархічний спосіб опису процесів керування заснований на побудові оргструктур і схем проходження інформації, тоді при функціональному підході основні зусилля зосереджуються на локалізації функціональних елементів та чіткому визначенні складу інформаційних ресурсів і алгоритмів дій (послідовності дій) для них.

Висновки

Поняття «процес керування» має фундаментальне значення для теорії керування. Проте у

сучасній літературі однозначне трактування цього поняття ще не склалось. У викладеному підході до визначення й особливостям керування технологічними процесами в аеропорту зроблена спроба комплексного розгляду цього поняття з максимальним збереженням загальноприйнятих уявлень про цей механізм прийняття рішень.

Проте необхідно відзначити існуючі відмінності. По-перше, поняття «процес керування» трактується ширше, чим поняття «керування», під яким розуміють лише ту частину процесу, яка пов'язана із цілеспрямованим інформаційним впливом на об'єкти керування. По-друге, у процесі керування особливо виділена діяльність, пов'язана з формуванням і використанням інформаційних ресурсів. По-третє, запропонований ряд моделей структурного представлення процесу керування, найцікавішої з яких є його представлення у формі композиції функцій керування. У цілому, запропонований підхід може бути використаний для опису процесів керування таких складних організаційно-технічних систем як сучасний аеропорт.

ЛІТЕРАТУРА

1. **О'Коннор, Дж.** Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом походе к решению проблем /Джозеф О'Коннор и Иан Макдермотт. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. — 256 с. (rus)
2. **Катулев А. Н.** Математические методы в системах поддержки принятия решений: учеб. пособие / А. Н. Катулев, Н. А. Северцев. — М. : Высш. шк., 2005. — 311 с. (rus)
3. **Кини Р. Л.** Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: пер. с англ.; под ред. И. Ф. Шахнова / Р. Л. Кини, Х. Райфа. — М. : Радио и связь, 1981. — 560 с. (rus)
4. **Мулен Э.** Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели: пер. с англ. / Э. Мулен. — М. : Мир, 1991. — 464 с. (rus)
5. **Ногин В. Д.** Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. — 2-е изд., испр. и доп. / В. Д. Ногин. — М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2004. — 176 с. (rus)
6. **Saaty Thomas L.** "The Analytic Network Process — Dependence and Feedback in Decision-Making: Theory and Validation Examples." Business Applications and Computational Intelligence. IGI Global, 2006. 360-387. Web. 3 May. 2017. doi:10.4018/978-1-59140-702-7.ch018 (eng)
7. **Новиков Д. А.** Механизмы управления динамическими активными системами / Д. А. Новиков, И. М. Смирнов, Т. Е. Шохина. — М. : ИПУ РАН, 2002. — 124 с. (rus)

Тамаргазін О. А., Ліннік І. І.

ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В АЕРОПОРТУ

Розглянуто змісти поняття процес керування з позицій особливостей його використання при аналізі функціонування сучасного аеропорту, як складної організаційно-технічної системи. Дано визначення основних категорій з теорії керування, які використовуються при створенні інформаційного поля в аеропорту з метою адаптації процесів керування до різних виробничих ситуацій. Розглянута роль і місце осіб, що приймають рішення, в процесі керування елементами аеропорту при досягненні як внутрішніх, так і зовнішніх цілей виробництва. Послідовність дій осіб, що приймають рішення, розглядається як з позицій повсякденної роботи аеропорту, так і з позицій формування керуючих дій у надзвичайних ситуація. В той же час процес керування в аеропорту розглядається з урахуванням його циклічності та необхідності виконання низки завдань з досягнення поставлених цілей паралельно.

Ключові слова: аеропорт; технологія виробництва; інформаційне поле; процес керування

Тамаргазін А. А., Линник И. И.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В АЭРОПОРТУ

Рассмотрено содержание понятия процесс управления с позиций особенностей его использования при анализе функционирования современного аэропорта, как сложной организационно-технической системы. Дано определение основных категорий теории управления, которые используются при создании информационного поля в аэропорту с целью адаптации процессов управления в различных производственных ситуациях. Рассмотрена роль и место лиц, принимающих решения, в процессе управления элементами аэропорта при достижении, как внутренних, так и внешних целей производства. Последовательность действий лиц, принимающих решения, рассматривается как с позиций повседневной работы аэропорта, так и с позиций формирования управляющих действий в чрезвычайных ситуациях. В то же время, процесс управления в аэропорту рассматривается с учетом его цикличности и необходимости выполнения ряда задач по достижению поставленных целей параллельно.

Ключевые слова: аэропорт; технология производства; информационное поле; процесс управления

Tamargazin A. A., Linnik I. I., Kurbet L. V.

FEATURES OF MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT THE AIRPORT

In this article we have considered the concept of process management from the position of usage when analyzing the functioning of a modern airport, as a complex organizational-technical systems. The definition of the main categories of management theory that are used in the creation of the information field at the airport for the purpose of adapting management processes in various production situations. The role and place of the decision makers in the management of elements of the airport upon reaching, both internal and external production goals. The sequence of actions of decision-makers, is regarded as from the standpoint of the daily work of the airport, and from the standpoint of the formation of the control actions in emergency situations. At the same time, the governance process at the airport is considered, taking into account its cyclical nature and the need to perform a series of tasks to achieve the goals in parallel.

Keywords: airport; production technology; information field; process control

Стаття надійшла до редакції 16.05.2017 р.

Прийнято до друку 28.05.2017 р.

Рецензент — д-р техн. наук, проф. Дмитриев С. А.