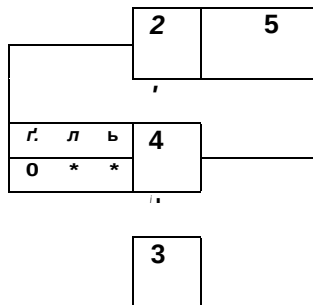




Гнс. 1. Структурна схема виіначення оптимальних параметрів: 1 — верстат; 2 — система керування верстатом; 3 — база технологічних знань; 4 - блок обробки технологічної інформації; 5 - блок реєстрації поточної інформації; 6 - пристрій введення початкової інформації та виведення результатів роботи

Поточні значення режимів обробки та отримані значення вихідних параметрів якості передають в вигляді зворотного зв'язку через блок реєстрації 5 в блок 4. В процесі обробки на основі вихідних параметрів, що наближаються до границі допустимих значень, згідно з виконаними розрахунками в блоці 4 здійснюють корегування відповідних режимів різання в програмі обробки системи керування верстатом 2.

Такий спосіб дозволяє зменшити кількість керуючих дій для забезпечення необхідних вихідних параметрів процесу різання та спростити алгоритми керування.

Висновки. Використання нечіткого методу групового врахування аргументів в системі керування механічною обробкою дає можливість здійснювати корегування вхідних режимів при наближенні параметрів якості до їх граничних значень, що дозволяє забезпечити задані параметри якості обробленої поверхні, підвищити продуктивність процесу різання.

Кошовий М.Д., д.т.н., професор,
Кошова І.І., аспірант

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Україна, 61070, м. Харків, вул. Чкалова 17
e-mail: kafedraapi@ukr.net, тел. 8-057-788-43-03.

Костенко О. М., д.т.н., доцент,
Полтавська державна аграрна академія
Україна, 36000, м. Полтава, вул. Сковороди 1/3
e-mail: kostenko@pdaa.com.ua

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПО ВАРТІСНИМ (ЧАСОВИМ) ВИТРАТАМ ПЛАНІВ БАГАТОФАКТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ

Abstract. The flaws and advantages of the developed and modified methods for the synthesis of optimal plans of multi-factor experiments on price (time)expenses were presented. Recommendations on the use of these methods for the study of real objects were made.

Key words: methods of optimization, time expenditures, multi-factor experiment.

При вирішенні задач оптимізації і управління різноманітними об'єктами виникає проблема створення їх математичних моделей. При цьому оправдано бажання експериментаторів отримувати такі моделі за мінімальні вартісні і часові витрати, що особливо актуально для дослідження дорогіших і довгострокових процесів.

З цією метою необхідно оптимізувати по вартісним і часовим витратах плани багатофакторних експериментів (БФЕ).

Відомі приклади застосування методів оптимізації по вартісним (часовим) витратах планів багатофакторних експериментів [1-3]. Для цих досліджень характерний не повний порівняльний аналіз методів оптимізації планів експериментів.

Мета роботи. Виконати порівняльний аналіз методів оптимізації по вартісним (часовим) витратах планів багатофакторних експериментів і видати рекомендації по їх застосуванню.

Основні матеріали дослідження.

За результатами досліджень [1-3] можна зробити наступні рекомендації.

1. До методів, які дозволяють одержати оптимальні по вартісним (часовим) витратах плани багатофакторних експериментів, можна віднести: повний перебір, метод символічних послідовностей, комбінаторно-графовий метод. При цьому повний перебір для будь-яких видів експерименту дозволяє одержати оптимальне рішення, однак його доцільно застосовувати для планів з кількістю факторів $k \leq 3$, тому що при більшому k значно збільшується число перестановок і часові витрати на пошук, а при сучасному рівні обчислювальної техніки це завдання не завжди можна вирішити.

Метод символічних послідовностей дає точне рішення при оптимізації тільки планів ПФЕ з кількістю факторів $k \leq 3$.

Комбінаторно-графовий метод дозволяє синтезувати оптимальні по вартісним (часовим) витратах плани тільки повного факторного експерименту з кількістю факторів $k \leq 4$.

Методи, засновані на застосуванні коду Грея, дозволяють будувати оптимальні за кількістю переходів рівнів факторів плани дробових і повних факторних експериментів.

2. До методів, які дозволяють одержати оптимальні або близькі до оптимальних плани багатофакторних експериментів, варто віднести: аналіз перестановок (обмежений перебір), випадковий пошук, методи гілок і меж, послідовного наближення, комбінований метод, імітації відпаду, вкладених розбивок, симплекс-метод, мурашині алгоритми, жадібний алгоритм, найближчого сусіда, генетичні алгоритми, табу-пошук, алгоритм роя часток.

Характерними рисами цих методів є наступні: застосування для будь-яких видів експерименту; кількість факторів, для яких можливе застосування методу, обмежено тільки

обчислювальними можливостями ЕОМ; при одержанні кращого з розглянутих варіантів (близьке до мінімального за вартістю (часом) реалізації) ступінь «близькості» оцінити не можна, не можливе створення каталогів типових рішень.

3. У результаті проведених досліджень [1], в яких для оптимізації по вартісним (часовим) витратах планів багатфакторних експериментів використовувалися такі методи, як аналіз перестановок (обмежений перебір), випадковий пошук, методи послідовного наближення й гілок і меж, найбільші витрати у вартості (часу) реалізації одержували в основному при застосуванні методу гілок і меж.

При застосуванні обмеженого перебору й випадкового пошуку найчастіше кращі результати давав випадковий пошук, що дозволяє уникнути локальних оптимумів.

4. Методи, що дозволяють одержувати оптимальні або близькі до оптимальних плани будь-яких багатфакторних експериментів, варто застосовувати для об'єктів з кількістю факторів $k > 3$. При цьому за результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

- при дослідженні об'єктів з кількістю факторів $k = 3$ результати оптимізації планів БФЕ наближеними алгоритмами, як правило, збігаються з оптимальним рішенням, отриманим методом повного перебору. Це, у свою чергу, підтверджує правильність розроблених алгоритмів і програм. Іноді виключення становлять методи випадкового пошуку, гілок і меж, симплекс - метод, жадібний і комірчастий генетичний алгоритми;

- при дослідженні об'єктів з кількістю факторів $k \geq 4$ перевагу необхідно віддавати мурашиним і генетичним алгоритмам. іноді гарні результати дає алгоритм найближчого сусіда;

- при оптимізації композиційних планів БФЕ доцільно використовувати комбінований метод, заснований на застосуванні жадібного алгоритму й методу імітації відпалу. Непогані результати виходять і при застосуванні генетичних алгоритмів і симплекс-методу;

- при оптимізації трьохрівневих планів 3^k гарні результати виходять при використанні генетичних алгоритмів, симплекс-методу й табу-пошуку.

- по швидкодії рішення завдання оптимізації планів БФЕ методи можна розташувати в такий спосіб: симплекс-метод, алгоритм роя часток, табу-пошук, найближчого сусіда, жадібний алгоритм, імітації відпалу, метод вкладених розбіжок, генетичні алгоритми.

Висновки. Наведені недоліки і переваги методів оптимізації по вартісним (часовим) витратах планів багатфакторних експериментів. Видані рекомендації по застосуванню розглянутих методів оптимізації для дослідження реальних об'єктів. В подальшому будуть досліджені інші методи дискретної оптимізації для синтезу оптимальних планів багатфакторних експериментів.

Список літератури

1. Кошевой Н.Д. Оптимальное по стоимостным и временным затратам планирования эксперимента: монография / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко. – Полтава: издатель Шевченко Р.В., 2013. – 317 с.
2. Кошевой Н.Д. Методология оптимального по стоимостным и временным затратам планирования эксперимента: монография / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко, А.В. Павлик, Н.В. Доценко. – Полтава: Полтавская государственная аграрная академия, 2017. – 232 с.
3. Кошевой Н.Д. Сравнительный анализ методов синтеза оптимальных по стоимостным (временным) затратам планов многофакторного эксперимента / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко, И.И. Кошечкина // 36. наук. пр. військ.ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – Вип. №54. – К., 2016. – С. 33-39.

УДК629.7

Лычак Н. Г.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Украина, 03056, г. Киев, проспект Победы, 37
E-mail: uir@kpi.ua

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Абстракт. Кітв м/о/ж а/е/о/е/с/і Іо Іескніаіе конізої о/ ассигасы о/ complex pго/ііе сіеіаіаІ %ооіеіnc pаgаіеіeрх о/іке аіgсgа/і меckанізмхуіік ме о/іахег Іескноіо/у аncі Іагег ІескноіоІіе5 ІІІ combination у/іік іkгее-а/Чіenxіonаі тоіеііц соmріueг рго&gаm\$.
РроpоСеіу ііеа" кі"к-іеск меахуііnІ "ісе - а Іахег Іаскег/ог конізої ске ассіmіаіог knі/е тyііскex/ог сіеіесііnІ§ ііеіаіом deпегаі ахжтbіу о/іке VІІІ%.

Тке u\$іу Іа\$ег Іасегг е/Ісіеіу І5 жкон>п і/ іаІІ аі Іке Іес'ІІІІ 5іа&е ш меі аз ргераgаііон ргосісіuсіon аncі gе/Іесіеіс іn іке а'еп"n аncі Іескноіо/аісаі сіоосumеnіаііon, у/іісk Іеасb Іо gесііuсіon іn Іке nυmЬег оg ІОШІ gе/Іесііon о/ іке Іеmріаіеx mаnυ/асіuге, яіапааgсіz аncі оікег конізоb чкеп

Key words: конізої, Іа\$ег Іаскег, соmрііаіеа¹ раgі.

Развитие авиационной промышленности сопровождается значительным повышением требований к надежности функционирования механизмов и соблюдением высокой точности и быстродействия при их измерении. Неточность изготовления сложнопрофильных деталей влияет на эксплуатационные показатели механизмов, летательных аппаратов, и зависят от правильности выбора допусков формы и расположения поверхности.

Это требует повышения точности измерительных операций, оптимального выбора средств измерения геометрических параметров деталей и узлов, которые в сочетании с компьютерными программами трехмерного моделирования обеспечивают необходимую точность [1].

Успешное развитие квантовой электроники, создание лазеров и лазерной техники и Лазерных технологий существенно влияют на дальнейшее усовершенствование технологических процессов изготовления авиационной продукции [2].

Возможность широкого применения лазеров в самолетостроении объясняется особенностями этих приборов, позволяющих встраивать лазеры в измерительные системы как высокоточные датчики контроля, удобно и эффективно передавать световую энергию к объекту контроля или в зону технологической обработки, автоматически управлять процессом [3,4].

Для этих целей используют лазерный трекер — высокотехнологичный измерительный прибор, основанный на принципе слежения за специальным угловым отражателем с помощью лазерного луча. Испускаемый прибором лазерный луч, попадая в центр углового отражателя, возвращается обратно в объектив прибора, а далее — на приемный датчик дальномера. С учетом двух углов и расстояния вычисляются текущие пространственные координаты отражателя (например, X, Y, Z). Координаты можно получать как в статическом режиме, так и в динамике. Главной особенностью трекеров является то, что вращающийся по пертикальному углу измерительный блок включает все основные сенсоры: лазерный интерферометр и абсолютный дальномер, которые расположены непосредственно на оси нивелирования [3, 4].

Трекер посылает лазерный луч к световозвращающему отражателю, который приводится в непосредственное соприкосновение с поверхностью измеряемого объекта. Луч, отраженный от цели, возвращается по тому же пути и принимается трекером в той самой точке, откуда он был испущен. Часть отраженного световозвращателем света поступает в измеритель расстояний, который вычисляет расстояние от трекера до рефлектора. Измеритель расстояний может быть двух типов: интерферометр (Іагег іnіегісгоіеігз, ІРМ) или измеритель абсолютных расстояний (ізіаlпсе теіег, АОМ) [4].