


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

РАЄЦЬКИЙ АНДРІЙ ІГОРОВИЧ



МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
РОЗКЛАДІВ БАГАТОСТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Спеціальність 05.13.06 - Автоматизовані системи  
управління

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

КИЇВ - 1992

Робота виконана на кафедрі систем автоматизації проектування  
управління Київського інженерно-будівельного інституту

Науковий керівник : кандидат технічних наук, доцент  
Бабич В. І.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор  
Рибальський В. І.

кандидат технічних наук  
Балдаков А. І.

Провідна організація - Науково-дослідний інститут  
будівельного виробництва (НДІВВ)

Захист відбудеться < 10 > чудня 1992 р. о 13 годині  
на засіданні спеціалізованої ради Д 068.05.04 в Київському  
інженерно-будівельному інституті за адресою :  
252037. м. Київ-37. Повітрофлотський пр-т, 31

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотечі КІВІ.

Автореферат розіслано < 9 > листопада 1992р.

Вчений секретар

спеціалізованої Ради Д 068.05.04

д. т. н. . доцент

В. В. Кулик

## А Н О Т А Ц І Я

Метою дисертаційної роботи є розробка та дослідження моделей, методів, алгоритмів та програм, що забезпечуть гнучкість при проектуванні та управлінні процесами в складних організаційних та виробничих системах типу гнучкого автоматизованого виробництва із змінною номенклатурою продукції, вищого учбового закладу, організації будівництва. При цьому повинні бути забезпечені підвищення якості управління та скорочення терміну на підготовку організаційно-технологічних рішень.

Повинні бути вирішені наступні задачі :

- аналіз існуючих моделей та методів управління гнучкими виробничо-організаційними системами (ГВОС) у різноманітних сферах виробництва та управління з метою створення на їх основі адекватної моделі, яка б відповідала існуючим потребам; вибір об'єкта управління з ціллю ефективного дослідження цієї моделі;
- розробка та експериментальне дослідження на базі реальної організаційної системи алгоритмів та програмного забезпечення по підготовці та управлінню виробничо-організаційними процесами;
- аналіз та оцінка результатів експериментальних досліджень. Узагальнення висновків, отриманих при дослідженні одного з типів організаційних систем для ГВОС в цілому;
- розробка та дослідження методу та багатоетапного алгоритму проектування розкладів багатостадійних процесів на основі декомпозиції загальної моделі задачі на ряд моделей та етапів проектування;

Автор вносить на захист :

- а) концептуальну модель ГВОС, що є адекватною до ряду предметних областей, таких як вуз, гнучке автоматизоване виробництво (ГВВ), календарне планування будівельно-монтажних робіт з урахуванням ресурсів, що не складаються;



- б) схему кризового проектування розкладів багатостадійних процесів, що включає в себе моделі задач окремих етапів, реалізовані на базі типових моделей теорії дослідження операцій, пов'язані між собою за допомогою моделей ситуаційного планування коефіцієнтів цільових функцій;
- в) комплекс програмних засобів, що забезпечує автоматизовану технологію підготовки та управління процесами у вузі з використанням вхідних мов, типових процедур проектування складних розкладів та реалізацій інтерфейсу з виводом на плотер.

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Дослідження та розробки, що представлені в роботі, направлені на створення і вдосконалення методів проектування і управління гнучкими виробничо-організаційними системами (ГВОС), впровадження методів і систем автоматизованого проектування у сферу вирішення складних задач, пов'язаних з організацією виробництва, що потребують урахування великої кількості "побажань", які залежать від суб'єктивних оцінок і вимог.

Для експериментальних досліджень запропонованої моделі, методів та алгоритмів було вибрано учбовий процес (УП) у вищому учбовому закладі (в деякій літературі з ціллю формалізації ГВОС розглядається організація військових підрозділів). Такий вибір впливає із наступних міркувань:

- проблема якісного проектування розкладів учбових занять залишається "проблемою №1" для вузу; для її вирішення повинні бути забезпечені наступні умови:
  - а) ув'язання різних підрозділів вузу єдністю цілей та їхніх функцій по випуску спеціалістів;
  - б) виключення з учбового розкладу таких ситуацій, які неможливі для якісного проведення занять: викладач од-

разу на кількох заняттях; аудиторія не вміщує всіх студентів; аудиторія не відповідає типу заняття; група займається більше чотирьох пар на день; кількість незайнятих пар ("вікон") для групи невиправдано велика та інші;

в) врахування такого фактору, як кількість інформації, яка не може бути сприйнята студентами із-за нерационально складеного розкладу занять;

г) комплексне вирішення проблеми, починаючи від учбових планів та робочих програм, закінчуючи графіками переміщень для груп студентів та викладачів і графіками зайнятості аудиторій;

- учбовому процесу у вузі притаманні всі основні риси складної організаційно-виробничої системи (окладна структура управління, спеціалізовані та універсальні аудиторії, групові та поточні заняття, а також заняття по підгрупах);
- вимоги до розкладу учбових занять частіше всього носять суб'єктивний характер і погано формалізуються;
- велика розмірність реальних задач проектування;

Отримані в роботі результати експериментального дослідження методів, алгоритмів і задач, пов'язаних з проектуванням розкладів для системи "вуз", мають силу також і відносно таких важливих областей, як гнучке автоматизоване виробництво та календарне планування в будівництві, щодо ресурсів, які не складаються. В подальшому планується розвиток прикладної частини даного напрямку для задач календарного планування в будівництві.

Методи досліджень. Дослідження базувались на використанні методів та основних положень теорії дослідження операцій, теорії дискретної оптимізації, теорії розкладів з активним використанням програмно-технічного комплексу в умовах вузу.

Наукова новизна роботи полягає в наступному :

- розроблена і досліджена на окремій предметній області концептуальна модель управління розподілом процесів у ГВОС, яка

є інваріантною відносно ряду об'єктів управління і гнучкою при проектуванні та управлінні;

- на основі декомпозиції моделі системи розроблено і досліджено схему багатоетапного проектування розкладів із крізним циклом проектування; досліджені моделі і алгоритми окремих етапів проектування;
- розроблено і експериментально досліджено модель та алгоритм ситуаційного планування коефіцієнтів процесів як елемент експертних систем;
- розроблено та експериментально досліджено комплекс математичних, лінгвістичних та програмних засобів автоматизації підготовки і управління ГВОС в умовах номенклатури виробів, що змінюється.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені засоби автоматизованого проектування розкладів забезпечують підвищення основних показників ефективності та якості управління процесами у складних організаційно-виробничих системах. Для вузу це досягається за рахунок :

- координування всіх ланок : кафедр, деканатів, учбового відділу та груп студентів;
- використання учбових планів як основи для розрахунків розкладів, навантажень по кафедрах та викладачах;
- розгляд розкладу УП як комплексу, який складається з наступного :

а) учбові плани спеціальностей з прив'язкою до кафедр;

б) учбові графіки розподілу годин дисциплін по тижнях;

в) графіки навантажень викладачів та кафедр;

г) розклад учбового процесу для диспетчерської вузу;

- багатокритеріальної оцінки варіантів організації учбового процесу з урахуванням ефективності сприйняття інформації на заняттях, мінімальних переміщень студентів та суб'єктивних "побажань", що не піддаються формалізації;

- реалізації програмного комплексу; потребує відносно невелику пам'ять ЕОМ на IBM AT/286 (з публікацій а також з виступів на конференціях відомо, що в вузах України, в СНД подібних реалізацій поки що немає).

Отримані наукові і практичні результати впроваджені у вигляді математичного і програмного забезпечення окремих задач проектування учбових розкладів у Київському інженерно-будівельному інституті (КІБІ).

Реалізація. Дисертаційна робота виконана на кафедрі Систем автоматизації проектування та управління (САПУ) Київського інженерно-будівельного інституту, Результати роботи впроваджені на ряді кафедр і факультетів КІБІ. Проведено дослідну експлуатацію комплексу програм по плануванню і управлінню учбовим процесом для умов КІБІ. Створено пролепну лабораторію з метою впровадження комплексу програмно-методичних розробок "Розклад" у постійну експлуатацію в КІБІ.

Апробація. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на :

- II Міжреспубліканській науково-практичній конференції "Автоматизовані системи управління", м.Київ, 1988р.;
- I Науковій конференції "Застосування автоматизованих навчальних систем в учбовому процесі", м.Горький, 1990р.;
- Всеосовному семінарі "Експертні та навчальні системи", м.Саратов, 1991р.
- Науково-практичному семінарі "Використання нових інформаційних технологій в учбовому процесі", м.Челябінськ, 1991р.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 7 друкованих робіт.

Структура і об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновку, додатку та списку використаної літератури, що викладені на 148 сторінках машинописного тексту та ілюстровані 19 малюнками.

У вступі висвітлені питання, що стосуються актуальності роботи, практичного значення, наукової новизни та практичної реалізації.

У першому розділі подано аналіз існуючих моделей управління організаційно-виробничими системами, зокрема розглянуті гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ) та система планування учбового про-

цесу у вищому учбовому закладі. Зроблено обґрунтування вибору вузу як найбільш вигідної області для експериментальних досліджень проблемами. Проведено аналіз проблеми проектування учбових розкладів у вузі.

Другий розділ присвячений інструментальним засобам проектування розкладів багатостадійних процесів. Представлено загальну структуру програмно-технічного комплексу (ППК) "Розклад", який складається з ряду автоматизованих робочих місць (АРМ), які мають спільну інформаційну базу, але відносно автономні між собою; складено опис програмних засобів; запропоновано концептуальну модель бази даних як для системи проектування розкладів взагалі, так і окремо для вузу; проведено аналіз результатів дослідної експлуатації комплексу програм у КІВІ.

У третьому розділі розглянуто концептуальну модель і алгоритм проектування розкладу нижнього рівня. Обґрунтовано необхідність даного етапу в загальній схемі проектування. Проведено аналіз експериментального дослідження алгоритму проектування.

Четвертий розділ містить концептуальні загальну модель та моделі окремих етапів, схему та опис двохетапного алгоритму проектування розкладів багатостадійних процесів. Розглянуто концептуальні модель та алгоритм ситуаційного планування коефіцієнтів для процесів і наведено приклади їх застосування при проектуванні розкладів. В розділі також подано результати експериментальних досліджень окремих задач етапів загального алгоритму проектування, які представлені у вигляді графіків і таблиць.

У висновку узагальнено основні результати, що отримані в роботі.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Об'єктом управління в даній роботі є складна модель організаційних процесів, котрі характеризуються множиною номенклатур випуску продукції на технологічних місцях (ТМ) згідно до підготовленої заадалегідь технології. Модель організаційних процесів є універсальною і може бути застосована як до технічних систем з високим ступенем автоматизації, так і до симбіозних, тобто таких, в яких ланками управління виступають люди.

Відповідна математична модель управління є детермінованою (відсутні стохастичні характеристики, і вся інформація, що є необхідною, дана до початку процесу управління), дискретною (параметри і змінні, що входять в математичну модель, цілочисельні; структура системи залишається незмінною протягом періоду управління, а всі ресурси, такі як ТМ, інструмент, деталі є неподільними).

В системі, що включає  $M$  неоднорідних технологічних місць, які розрізняються між собою по класу (технологічній гнучкості) та типу (об'єму), множині інструментів  $F$  та множині деталей  $G$ , повинно бути виконано  $n$  процесів, кожен з яких характеризується функцією інтенсивності  $v_{i\omega}$  та загальною тривалістю  $u_i$ . Для вимірювання часу в системі застосовуються дві одиниці: квант  $\omega = \overline{1, n}$  і такт  $t$ . Кожний квант складається з  $T$  тактів.

Для нормального виконання  $i$ -го процесу потрібно, щоб були виконані необхідні вимоги (забезпечення ресурсами, інструментом, ТМ в системі часу згідно до опису), а також максимально враховані "побажання", що не є необхідними але певною мірою впливають на ефективність виконання процесів. Вимоги до деталей та інструменту визначаються відповідно множинами  $\overline{F}_i \in F$  та  $\overline{G}_i \in G$ . Кількісний та якісний склад ТМ, що потрібні  $i$ -му процесу формується на основі  $\sigma_i$  заявок на ТМ, кожна з яких визначає пару  $(l, q)$ , де  $l$  - це номер класу ТМ, а  $q$  - мінімальний тип (об'єм) ТМ, що підходить для виконання  $i$ -го процесу. Спеціалізація визначається розподілом множини ТМ на класи  $l = \overline{1, C}$ . Розподіл виконується таким чином, що кожна ТМ відноситься тільки до одного класу.

Необов'язкові вимоги до розкладу складаються з  $\sum_i \pi_i$  побажань, кожен з яких передбачає певну ситуацію, що стосується розподілу процесів у часі та по ТМ.

Інтенсивності виконання процесів  $v_{i\omega}$ , які складають загальну програму виробництва:

$$\sum_{\omega} v_{i\omega} = u_i, \quad i = \overline{1, n},$$

визначають технологів системи процесів ( $i = \overline{1, n}$ ).

Кожний процес  $i$  таким чином характеризується:

$$i \rightarrow (\overline{F}_i, \overline{G}_i, \overline{v}_{i\omega}, \dots, \overline{v}_{i\Omega}, (l, q)_{i1}, \dots, (l, q)_{i\sigma_i}, \pi_{i1}, \dots, \pi_{i\pi_i})$$

Задача полягає в проектуванні допустимого плану виробництва

$(x, y)$ , при якому буде досягнуто певної міри ефективності виробництва по критеріях  $Z_1$  і  $Z_2$ , де  $x$  – план процесів в системі часу, а  $y$  – план процесів в системі ТМ. У ГВОС якість плану, визначається по двом основним критеріям: максимальному виконанню плану в одиницях виміру робіт (виходу готової продукції) ( $Z_1$ ) та мінімальному переміщенню деталей та інструменту між ТМ в одиницях часу ( $Z_2$ ). Задача переналагоджень ТМ не розглядається.

Нижче приведена концептуальна математична модель описаної задачі проектування розкладів, що сформульована в термінах цілочисельного дискретного програмування з булевими змінними :

$$Z_1 = \sum_{\omega=1}^{\Omega} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[ h(i, \omega, t, x) (1-\beta) x_{i\omega t} + \beta x_{i\omega t} \right] \rightarrow \max \quad (1)$$

де  $x_{i\omega t}$  в  $x$  – ознака активності  $i$ -го процесу в момент  $t$  кванту  $\omega$

$h(i, \omega, t, x)$  – ефективність виконання  $i$ -го процесу в момент  $t$  кванту  $\omega$  з урахуванням наслідкування результатів розрахунків попередніх квантів і побажань

$\beta \in [0, 1]$  – коефіцієнт врахування функції ефективності процесів  $h$  при обчисленні  $Z_1$ ;  $\beta$  визначається співвідношенням кількості ТМ до насиченості плану робіт.  $\beta = \text{Const}$  для конкретної ГВОС (вузу).

$$Z_2 = \sum_{\omega=1}^{\Omega} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^M \left[ c(i, j, \omega, t, y) y_{ij\omega t} \right] \rightarrow \min \quad (2)$$

де  $y_{ij\omega t}$  в  $y$  – ознака зайнятості  $j$ -го ТМ  $i$ -м процесом в момент  $t$  кванту  $\omega$

$c(i, j, \omega, t, y)$  – час, необхідний для переміщення інструменту та ресурсів між ТМ з урахуванням результатів розрахунків попередніх квантів і побажань

$$Z_1 \gg Z_2, \quad Z_1 \gg 0 \quad (3)$$

$$\sum_{t=1}^T x_{i\omega t} \leq v_{i\omega} : \quad \omega = \overline{1, \Omega}; \quad i = \overline{1, n}; \quad (4)$$

$$(\times_{i\omega t} \times_{j\omega t} = 1) \rightarrow (\overline{B}_i \cap \overline{B}_j = \emptyset, \overline{F}_i \cap \overline{F}_j = \emptyset) : i, j = \overline{1, n}, i \neq j; \quad (5)$$

$$\omega = \overline{1, \Omega}, t = \overline{1, T}$$

$$\sum_{j=1}^M y_{ij\omega t} = \sigma_i \times_{i\omega t}, \quad \omega = \overline{1, \Omega}; t = \overline{1, T}; i = \overline{1, n} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n y_{ij\omega t} \leq 1, \quad \omega = \overline{1, \Omega}; t = \overline{1, T}; j = \overline{1, M} \quad (7)$$

Функція  $z_1$  визначає загальний ефект від виконання всіх робіт плану, що вимірюється в одиницях об'єму робіт. За допомогою функції  $z_2$  визначаються витрати на переміщення інструменту та деталей між ТМ. Загальна цільова функція задачі складається з двох вищезазначених критеріїв, причому функція  $z_1$  завжди повинна бути невід'ємною і має пріоритет відносно функції  $z_2$  (3). Для того, щоб розклад був допустимим, необхідно щоб були виконані наступні технологічні обмеження: кількість тактів, затрачених на виконання  $i$ -го процесу не повинна перевищувати заданої інтенсивності (обмеження 4); процеси, що виконуються паралельно, в один і той же проміжок часу, не повинні претендувати на спільні ресурси або інструмент (обмеження 5); кожний розподілений процес повинен бути забезпечений  $\sigma_i$  ТМ згідно до його потреби (обмеження 6); на будь-якому ТМ не повинно в один і той самий час виконуватись більше одного процесу (обмеження 7).

Відсутність ефективних методів для розв'язання даного класу задач і велика розмірність ( $n=3000+7000$ ,  $m=150+300$ ) для реальної системи обумовили пошук варіантів розв'язку проблеми через її декомпозицію. При виконанні декомпозиції застосовані методи технічного пошуку рішень:

- метод синектики, який полягає в тому, що для розв'язку складної проблеми повинні максимально застосовуватись готові, досліджені методи;
- метод морфологічного аналізу, який дозволяє виділити найбільш важливі критерії з точки зору системи в цілому і встановити

відповідні пріоритети;

- метод розв'язку винахідницьких задач, застосований в процесі експериментальних досліджень та при виборі алгоритмів для окремих етапів проектування.

Схема проектування розкладів, отримана в результаті декомпозиції загальної моделі, складається з наступних задач :

- 1) Підготовка нормативної інформації, формування довідників; підготовка плану робіт на визначений період планування; формування групової технології виконання процесів.
- 2) Формування розкладу нижнього рівня, який являє собою розподіл інтенсивностей виконання окремих процесів по періодах часу.
- 3) Складання розкладу процесів без розподілу ТМ і перевірка існування допустимих рішень.
- 4) Розподіл процесів по ТМ.
- 5) Аналіз отриманого варіанту розкладу.

Перший етап є підготовчим, а всі інші є етапами проектування.

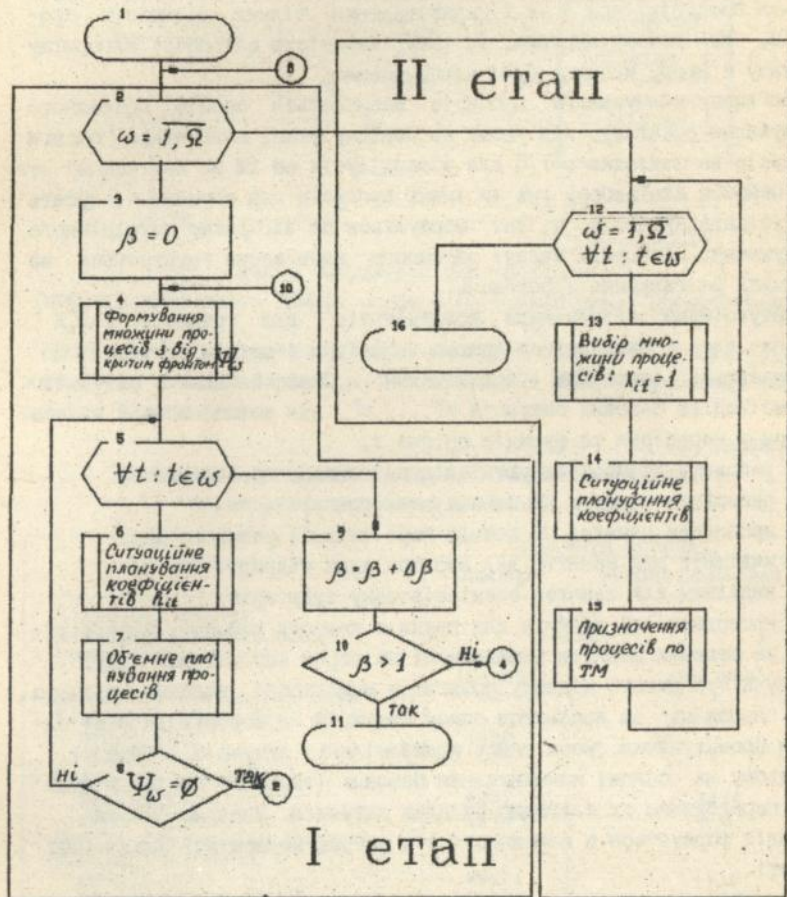
На першому етапі проводиться підготовка вхідних даних у вигляді опису групової технології виконання процесів, тобто на основі моделей, в яких процеси поділені на групи, інтерактивно розраховуються технологічні графіки для цих груп.

Призначенням другого етапу є розподіл інтенсивності виконання процесів по заданих проміжках часу таким чином, щоб було досягнуто балансу по всіх видах ресурсів, що використовуються в системі. Період управління ділиться на  $\Omega$  кватів. Виконання  $i$ -ого процесу може бути описане розподілом  $v_{i1}, \dots, v_{i\Omega}$  інтенсивностей по означених квантах, де  $v_{i\omega}$  визначає кількість тактів на обслуговування  $i$ -ого процесу впродовж кванту  $\omega$  ( $\omega = \overline{1, \Omega}$ ).

Схема алгоритму, який реалізує розрахунок розкладу в два етапи (задачі 3 та 4 або функції  $z_1$  і  $z_2$  в загальній моделі), представлена на мал.І. Центральне місце в даному алгоритмі займають задачі ситуаційного планування коефіцієнтів, об'ємного планування процесів (I етап) та задача про призначення процесів на ТМ (II етап).

На I етапі алгоритму розподіляються моменти обслуговування процесів таким чином, щоб були витримані всі ресурсні обмеження.

# Алгоритм розрахунку розкладів



мал.1.

Для регулювання збіжності алгоритму в модель задачі введено коефіцієнт  $\beta$  ( $0 \leq \beta \leq 1$ ), який в залежності від потреб проєктування може змінювати швидкість розподілу процесів; при  $\beta \rightarrow 0$  швидкість збіжності мінімальна, проте максимально враховуються вагові коефіцієнти процесів; при  $\beta \rightarrow 1$  враховується тільки кількість процесів, що розподіляються, і тому швидкість збіжності алгоритму I етапу в цьому випадку буде максимальна.

Об'ємним плануванням процесів називається спосіб поетапного формування розкладу, при якому на першому етапі плануються обсяги процесів по періодах  $\omega = \overline{1, n}$  для розподілу їх по ТМ на наступному етапі. Основов для вибору тих чи інших процесів для моменту  $t$  служать коефіцієнти процесів  $h$ , які формуються по алгоритму ситуаційного планування. Алгоритм задачі об'ємного планування ґрунтується на принципі розгалужень і обмежень.

Ситуаційним плануванням коефіцієнтів для процесів  $i = \overline{1, n}$  моменту часу  $t$  називається процес перевірки і оцінки ситуацій, що визначаються існуючими "побажаннями". Опис бажаної ситуації є комбінацією базових ситуацій  $s^1, \dots, s^k$ , для кожної з яких задано алгоритм перевірки та функцію оцінки  $f$ .

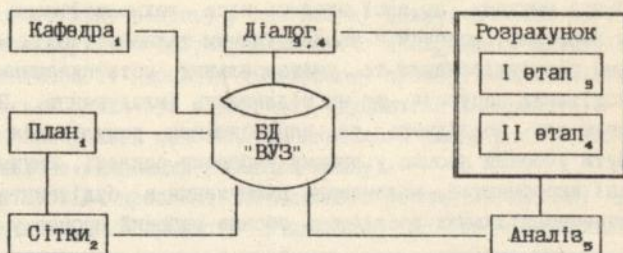
В учбовому процесі існують наступні типи "побажання" :

- проводити заняття по певних днях тижня;
- проводити заняття на певній парі (парах) учбового дня;
- виділити для заняття дві або три пари підряд;
- виділити для заняття спеціалізовану аудиторію;
- проводити всі заняття для групи в певному учбовому корпусі;
- не ставити заняття викладачеві на першу або останню пару.

Гнучкість даного підходу полягає в можливості задання різного роду "побажань" за допомогою опису ситуацій на внутрішній мові системи проєктування (мова опису компромісних ситуацій "МОКС"). При цьому на основі комбінування базових (типових) ситуацій може бути передбачена як завгодно складна ситуація. Множина базових ситуацій формується в залежності від потреб конкретної предметної області.

Для експериментальних досліджень моделі, методів та алгоритмів, представлених у роботі, обрано учбовий процес (УП) у вузі. Комплекс програмно-методичних розробок по плануванню і управлінню

УП, ППК "Розклад" (мал.2.), пройшов дослідну експлуатацію і впроваджується в Київському інженерно-будівельному інституті.



мал.2. Структура ППК "Розклад"

(цифри відповідають номеру етапу в загальній схемі проектування)

Порівняльні результати автоматизованого варіанту проектування розкладу з базовим варіантом, що отримані в 1991-92 учбовому році, зведені в таблицю 1.

Таблиця 1

Порівняльні результати базового та автоматизованого проектування розкладу учбового процесу

Характеристика	Варіанти розкладу	
	базовий	автоматизований
1. Кількість занять	3333	
2. Кількість учбових годин	108964	
3. Розподілено годин	102468 (94,05%)	103440 (94,93%)
4. Кількість навчальних змін	2	1
5. Кількість "накладок" по : викладачам	2452	-
аудиторіях	804	-
6. Кількість вікон у : викладачів	2391	1394
груп студентів	1843	378
7. Втрати інформації в умовних одиницях по видах :		
лекції	39671	4216
практичні заняття	26990	18101
лабораторні заняття	2685	1830
всього по видах занять	69346	24147

## Основні результати роботи

1. Об'єктом управління в роботі прийнята складна організаційно-виробнича система, до якої входять парк технологічного обладнання та виробничі корпуси з неоднорідними технологічними місцями, оснащеними спеціалізованим та універсальним устаткуванням, множина неподільних ресурсів, що не підлягають складуванню. Предметною областю для досліджень та впровадження результатів роботи можуть бути учбовий процес у вищому учбовому закладі, гнучкі автоматизовані виробництва, календарне планування в будівництві. Областю експериментальних досліджень обрано учбовий процес у вузі.

2. Розклад в учбовому закладі розглянуто як комплекс задач :

- опис загальної технології (типові та робочі учбові плани; робочі плани по окремих дисциплінах);
- розрахунок графіків учбових навантажень для курсів спеціальностей;
- баланс по всіх видах навантажень для кафедр та викладачів;
- експериментальне дослідження можливостей організаційної системи (вузу) на предмет можливості виконання учбового плану;
- проектування розкладу учбових занять на рівні графіків переміщень груп та викладачів, а також графіків завантаження аудиторного фонду;
- диспетчерське оперативне управління ходом учбового процесу.

3. Запропоновано поетапний підхід до розв'язання складної проблеми проектування розкладу багатостадійних процесів за допомогою наступних засобів :

- декомпозиція складної проблеми на ряд підзадач із області дослідження операцій і розробка алгоритму проектування розкладів у декілька етапів;
- використання між окремими ітераціями алгоритму ситуаційного планування коефіцієнтів процесів як елементу експертних систем.

Такий підхід забезпечує можливість перетворення складної задачі дискретного програмування з нелінійними функціями цілі та обмеженнями у комплекс задач лінійного програмування, що дає можливість

застосування досліджених методів для пошуку рішень задач окремих етапів.

4. В результаті декомпозиції задачі (з застосуванням методів технічного пошуку рішень) у постановку задачі внесено нові якості:

- забезпечується пошук розкладів із врахуванням критерію ефективності процесів (в учбовому процесі ефективність визначається кількістю сприйнятої студентами інформації);
- забезпечується максимальне виконання плану робіт, тобто максимальне виконання учбового плану;
- вирішується проблема оптимального розподілу ТМ, які потрібні для виконання процесів відповідно до їх спеціалізації і тим самим вирішується проблема "розвантаження переходів" для вузу;
- у функції цілі включено критерій, що враховує типові та спеціальні "побажання", які можуть бути реалізовані в розкладі; врахування таких "побажань" впливає на ефективність виконання окремих процесів або на функціонування системи в цілому.

5. Розроблено комплекс програмних засобів, що забезпечують автоматизовану технологію підготовки та управління процесами в вузі з використанням вхідних мов, типових процедур проектування складних розкладів та реалізацію інтерфейсу з виводом на плотер в системі AutoCAD.

6. Результати автоматизованого проектування розкладу учбових занять перевершують розклад, що складався традиційним способом по наступних показниках :

- якість засвоєння навчального матеріалу при врахуванні функції інформаційної сприйнятливості на заняттях;
- скорочення кількості навчальних змін за рахунок більш щільного розміщення занять і тим самим зменшення тривалості учбового дня і кількості "вікон" у навчальних груп;
- скорочення кількості аудиторій для кожної групи студентів;
- виключення з розкладу ситуацій, що не допускають або заважають проведенню занять (накладки по викладачах, групах або аудиторіях).

7. Для впровадження та подальшого розвитку програмно-техніч-

ного комплексу "Розклад" на основі результатів дослідної експлуатації системи автоматизованого проектування розкладу учбового процесу в КІВІ створена лабораторія "Комп'ютерних технологій організації учбового процесу".

Опубліковані роботи по темі дисертації

1. Бабич В.І., Равцький А.І. та ін. Моделі і методи розв'язання задач складання розкладів учбового процесу // Матеріали ІІ міжреспубліканської науково-практичної конференції ІІ-ІБ жовтня 1988р.- Київ:КПІ, 1989. С.ІІ5-ІІ7

2. Бабич В.І., Равцький А.І. Моделі та результати задач САПР розкладу учбового процесу // Застосування автоматизованих навчальних систем в учбовому процесі - Горький:ГІСІ, 1990. С.ІІ-І2

3. Бабич В.І., Равцький А.І. САПР підготовки і проведення учбового процесу в вузі // Тези доповідей 52-ї науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів та студентів - Київ:КІВІ, 1991. С.85

4. Бабич В.І., Равцький А.І. Автоматизована система проектування розкладів учбового процесу в вузі (АРМ "Розклад") // Використання нових інформаційних технологій в учбовому процесі - Челябінськ:УДЕНТП, 1991. С.82-84

5. Бабич В.І., Равцький А.І. Моделі та результати автоматизованого розв'язання задач розкладу учбового процесу // Методи і системи технічної діагностики.- Саратов: СГУ, 1991. С.99-102

6. Бабич В.І., Равцький А.І. Комплекс програм по підготовці і проведенню учбового процесу в вузі // Тези доповідей 53-ї науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів та студентів - Київ.:КІВІ, 1992. С.145

7. Бабич В.І., Равцький А.І. Комплекс інженерної підготовки і менеджменту у будівництві в умовах переходу до ринку // Тези доповідей 53-ї науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів та студентів -Київ:КІВІ, 1992. С.145



Підп. до друку. 23 10. 52.      Формат 60 × 84 $\frac{1}{4}$  Папір офс 02.  
Друк. офс. Умовн. друк. арк. 0,93      Обл.-вид. арк. 920 тир. 100.  
Зам. 1-2434 Безплатно

---

Київська книжкова друкарня наукової книги. Київ, Репіна, 4.

Ab 26.325

**AB 26.325**