

Міністерство освіти і науки України

Вища атестаційна комісія України

«Затверджено»

Атестаційна колегія

Міністерства освіти і науки України

«26 жовтня» 2007 р.

Протокол № 4

«Узгоджено»

Заступник голови ВАК України

О.І. Шаповаленко

«11 жовтня» 2007 р.



ПРОГРАМА

кандидатських іспитів зі спеціальності

05.13.07 – Автоматизація процесів керування

В основу програми покладено такі вузівські дисципліни: “Теорія автоматичного керування”, “Сучасна теорія управління”, “Електроніка та мікросхемотехніка”, “Теорія систем і системний аналіз”, “Комп’ютерне моделювання процесів та систем”, “Алгоритмізація та верифікація управління в гнучких комп’ютеризованих системах”, “Проектування комп’ютерно-інтегрованих систем”, “Штучний інтелект в планування та управлінні”, “CAD/CAM системи в гнучкому комп’ютеризованому виробництві” та інші.

1. ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА КЕРУВАННЯ

Системи автоматичного регулювання (САР) та керування (САК), їх класифікація (замкнені та розімкнені, неперервні та дискретні, стаціонарні та нестаціонарні, лінійні та нелінійні, оптимальні, адаптивні й т.п.).

Системи із зосередженими і розподіленими параметрами. Способи математичного опису систем автоматичного керування та їх елементів. Лінеаризація. Характеристики "вхід-вихід": передаточні функції, частотні функції та характеристики, часові характеристики. Структурні схеми та їх перетворення. Типові ланки. Передаточні функції замкнених та розімкнених систем.

Стійкість лінійних систем автоматичного регулювання. Постановка задачі стійкості. Критерії та області стійкості. Д-розбиття.

Якість процесів керування. Прямі методи дослідження. Показники якості регулювання при типових збуреннях. Вимушена складова похибки. Астатизм систем автоматичного керування та його визначення. Методи побудови процесів керування. Непрямі методи дослідження якості процесів керування, їх загальна характеристика. Частотні методи дослідження якості процесів керування. Інтегральні оцінки якості перехідних процесів.

Методи розрахунку лінійних систем керування. Розрахунок оптимальних настроювань типових регуляторів. Адаптивні методи настроювання автоматичних систем керування, метод автоматизованого настроювання автоматичних регуляторів.

Диференціальні рівняння лінійних систем зі змінними параметрами та методи їх розв’язання. Дослідження нестаціонарних систем за допомогою імпульсних перехідних функцій та передаточних функцій. Метод “заморожених” коефіцієнтів, метод Заде, метод Солодовникова. Особливості дослідження стійкості нестаціонарних систем.

Нелінійні системи та їх опис. Типові нелінійності. Автоколивання. Методи дослідження вільних коливань у системах високих порядків. Фазовий простір. Метод фазової площини, зв’язок перехідних процесів з фазовою траєкторією. Режим ковзання: метод припасування та метод малого параметра. Гармонійна лінеаризація. Визначення стійкості нелінійних систем. Перший та другий методи Ляпунова, приклади визначення функцій Ляпунова. Частотний метод визначення стійкості Попова. Якість перехідного процесу та корекція в нелінійних САР. Дослідження якості перехідних процесів нелінійних САР за допомогою ЕОМ.

Дискретні системи (імпульсні, релейні, цифрові) та їх класифікація. Особливості дискретних систем. Рівняння імпульсних систем. Дискретне перетворення Лапласа, z -перетворення. Передаточні функції, частотні та імпульсні характеристики імпульсних САР. Частотні методи синтезу імпульсних САР. Неперервна модель імпульсної системи, умови її використання на основні теореми Котельникова.

Алгебраїчна теорія багатомірних систем. Аналіз стійкості. Поняття про методи декомпозиції. Методи аналізу та синтезу багатомірних та нестаціонарних систем. Керованість та спостереженість.

Випадкові процеси в системах. Опис випадкових процесів за допомогою моментів. Кореляційна функція та спектральна щільність, їх експериментальне визначення. Проходження випадкового сигналу через лінійні, нелінійні та дискретні системи. Ідея формуючого фільтру. Статистична лінеаризація нелінійних систем, способи визначення коефіцієнтів статистичної лінеаризації.

Об'єкти з зосередженими та розподіленими параметрами. Моделі об'єктів з зосередженими та розподіленими параметрами. Побудова моделей об'єктів керування за експериментальними даними. Методи активного експерименту. Обробка результатів експерименту. Регресійні моделі. Визначення характеристик об'єктів в умовах нормальної експлуатації.

Методи підвищення якості автоматичних систем. Корекція автоматичних систем за допомогою послідовних та паралельних зв'язків і елементів. Підвищення якості перехідних процесів у системах з запізненням, випереджувач Сміта. Синтез лінійних оптимальних систем за умови мінімуму середнього квадрата похибки при нескінченній пам'яті (задача Вінера). Визначення оптимальної передаточної функції систем з кінцевою пам'яттю (задача Заде-Риггоцціні).

Схемні методи підвищення якості АСК. Інваріантні системи, умова інваріантності, фізична реалізованість. Автономні системи, умова автономності. Каскадні системи. Системи з допоміжним сигналом з проміжної точки. Методи розрахунку складних систем.

2. ТЕОРІЯ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ.

Постановка задачі оптимального керування об'єктами. Розв'язання задач на умовний екстремум. Функції багатьох змінних, метод множників Лагранжа. Вирішення задач на умовний екстремум функціоналу. Варіаційне обчислення. Принцип максимуму Понтрягіна. Рівняння Беллмана. Задачі на швидкодію, теорема про π -інтервали. Задача синтезу оптимальних алгоритмів керування лінійними динамічними об'єктами за квадратичним критерієм керування. Порівняльна оцінка аналітичних методів розв'язання екстремальних задач.

Пошукові системи. Пошукові системи та методи нелінійного програмування, їх загальна характеристика. Градієнтні методи, переваги та недоліки, межі застосування. Безградієнтні методи детермінованого пошуку, їх переваги та недоліки, межі застосування. Методи випадкового пошуку.

3. МІКРОЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

Склад та призначення мікропроцесорних систем (МС). Архітектура, склад, функціональне призначення елементної бази комплектуючих МС. Мови програмування низького рівня. Запам'ятовуючі пристрої, процесори, інтерфейси вводу-виводу. Програмування МС. Використання емуляторів для відлагодження програм.

Мікропроцесорні засоби автоматизації. Структура та функціональний склад технічних засобів автоматизації. Елементна база, основні компоненти та функціонування мікропроцесорних засобів автоматизації. Мікропроцесорні контролери. Керуючі обчислювальні машини. Програмне забезпечення мікропроцесорних засобів автоматизації.

4. ТЕОРІЯ СИСТЕМ ТА ОСНОВИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ.

Поняття складних систем керування. Визначення системи. Поняття складності системи. Принципи системного підходу в задачах синтезу/аналізу. Системний аналіз, методи синтезу оптимальних структур. Задачі параметричного, функціонально-структурного, технологічного синтезу/аналізу.

Ідентифікація об'єктів керування. Формалізація та інтерпретація задач ідентифікації: етапи абстрагування та представлення. Об'єктно-орієнтований підхід у задачах системної ідентифікації об'єктів та процесів керування. Змінні станів об'єктів керування та відношення (обмеження) між змінними стану. Методи подання складних систем. Канонічні моделі складних систем. Багатозв'язані динамічні системи. Кількісні та якісні оцінювання адекватності моделей та систем. Основи теорії складних систем. Агрегатованість станів системи.

5. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПЛАНУВАННІ ТА КЕРУВАННІ

Поняття про системи штучного інтелекту. Розкриття змісту поняття інтелекту та штучного інтелекту. Гносеологічний, інтенціональний та екстенціональний застосовний аспекти розвитку систем штучного інтелекту.

Експертні системи (ЕС). Означення та структура ЕС. Формальна система подання знань. Мовні засоби до розроблення ЕС. Типові моделі подання знань в сучасних ЕС: логічні, продукційні, фреймові, сіткові (на семантичних, нейросітках, сітках Петрі тощо).

Способи розв'язання задач. Способи подання задач (простір станів, дерево редукції, комбіноване подання). Пошук рішень для відповідних способів подання знань. Прийняття рішень в умовах лінгвістичної невизначеності, формування критеріїв, методи згорстки частинних критеріїв.

Інтелектуальні системи в задачах планування і керування. Комбіновані, гібридні інтелектуальні системи. Інтелектуальні системи реального часу. Особливості інтелектуалізації керування складними організаційно-технічними системами в нештатних (надзвичайних) режимах їх функціонування. Застосування методів нечіткої логіки. Нечіткі регулятори. Нейро-фаззи технології в задачах керування об'єктами з невизначеними станами.

6. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ.

Моделювання організаційно-технічних об'єктів керування (ОК). Математичні моделі ОК. Структура і компоненти моделей, їх види: іконографічні, аналітичні, символні, семантичні, нечіткі. Мови моделювання неперервних та дискретних процесів. Використання експертних систем при моделюванні. Декомпозиція моделей. Основні етапи і методи отримання математичних моделей ОК.

Багаторівневі та розподілені системи керування. Багатопроцесорні обчислювальні комплекси в автоматизації процесів керування. Локально-обчислювальні мережі, їх топологія та задачі обміну інформацією. Задачі та алгоритми оптимального керування складними організаційно-технічними комплексами.

Логістичні системи. Функції та парадигми логістики. Логістичні концепції та системи. Механізми керування поточковими процесами в логістичних системах. Функціональні сфери, головні цілі та характеристика головних законів виробничої логістики.

7. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ ЯК ОБ'ЄКТИ КЕРУВАННЯ

Загальні питання. Призначення, класифікація і загальні особливості побудування організаційно-технічних систем: дискретно-подійний характер функціонування, циклічність, асинхронність, конвейєрність процесів та ієрархічність побудови, просторова та часова розподіленість.

Гнучкі комп'ютерно-інтегровані системи (ГКІС). Виробнича, технологічна, структурно-організаційна, параметрична гнучкості та гнучкість потужності ГКІС. Задачі й принципи інтеграції матеріальних та інформаційних потоків, технологічні основи блочно-модульного побудування та агрегування в ГКІС. Групова і типова технологія як основа створення і функціонування технологічного середовища ГКІС. Уявлення про технологічний процесор та технологічне мультипроцесорне середовище. Мовні засоби підтримки керування в ГКІС. Ієрархічні системи керування; проблема координації підсистем, що інтегруються в ГКІС. *Числове програмне керування (ЧПК).* Кінцево-автоматна інтерпретація керування компонентами ГКІС. Основи логіко-програмного і математичного забезпечення керування ГКІС. Групове керування системними обробляючими ресурсами. Пристрій ЧПК як віртуальна обчислювальна машина. Склад, призначення та БД математичного забезпечення мікропроцесорного

пристрою ЧПК. Керування рухомими об'єктами. Програмування і планування рухів об'єкта, що задовольняють граничним умовам. Особливості керування процесами упорядкування об'єктів виробництва (ОВ). Програмне орієнтування ОВ.

Оперативне керування в організаційно-технічних системах. Оперативні планування, корегування планів, контроль. Диспетчерування матеріальних та інформаційних потоків. Математичні та лінгвістичні принципи автоматизації оперативно-календарного планування.

Основи побудовання систем автоматизованого проектування (CAD/CAM систем) гнучких виробництв. Основи проектування організаційно-технічних систем. Методологічні основи проектування. Особливості формування процесу та основні етапи проектування ГКІС. CAD/CAM технології. Функції CAD/CAM-систем у гнучкому виробництві. Особливості формування, склад і функції підсистем загального та спеціального призначення при автоматизації процесів проектування.

Інформаційне забезпечення організаційно-технічних систем. Функції інформаційного забезпечення в ГКІС. Теоретико-множинна модель системи розпізнавання об'єктів. Ідентифікація і класифікація. Статичні та структурні методи класифікації. Байєсівське правило виділення та відбирання інформаційних ознак. Принципи організації процедур обробки сенсорної та зорової інформації. Розпізнавання образів і аналіз сцен. Системи вимірювання кутових та лінійних переміщень ОВ і робочих органів системних ресурсів ГКІС. Системи контролю якості ОВ та діагностування функцій компонентів ГКІС.

Моделювання процесів в організаційно-технічних системах. Гнучка КІС як об'єкт інтелектуалізованого моделювання, планування та керування. Методи моделювання ГКІС. Моделі розв'язання задач оперативного керування процесами в ГКІС. Аналітичне та імітаційне моделювання. Формалізоване подання об'єктів моделювання. Моделювання дискретно-подійних систем (теорія кінцевих автоматів, системи масового обслуговування, сітки Петрі та їх поширення як базовий апарат подання процесів у ГКІС, різницеві рівняння, апарат процесних алгебр). Моделювання компонентів складних динамічних систем. Інтелектуалізовані системи моделювання: принципи побудови, реалізація інтелектуальної компоненти, формальні основи організації (планування, проведення й обробки результатів) експериментів. Комбіновані та гібридні інтелектуалізовані системи як інструментальний засіб моделювання процесів у ГКІС. Проблемно-орієнтований принцип подання об'єктів моделювання і процедурного забезпечення процесу моделювання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

До розділу 1 “Теорія автоматичного регулювання та керування”

- 1.1. Бесекеркий В.А., Израинцев В.В. Системы автоматического управления с микро-ЭВМ. — М.: Наука, Главн. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 320 с.
- 1.2. Боровська Т.М., Северілов В.А., Васюра А.С. Теорія автоматичного управління. Частина 1. Аналіз САУ. — Вінниця: ВДГУ, 2002. — 97 с.
- 1.3. Воронов А.А. Теория автоматического управления. Ч.1, 2.— М.: Энергия, 1986.— 503 с.
- 1.4. Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.Н. Основы автоматического управления и регулирования. — К.: Техніка, 1975. — 472 с.
- 1.5. Основы теории автоматического управления / Под ред. Н.Б.Судзиловского. — М.: Машиностроение, 1985. — 410 с.
- 1.6. Романенко В.Д., Игнатенко Б.В. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микро ЭВМ. — К.: Вища шк., 1991. — 332 с.

1.7. Самотокін Б.Б. Лекції з теорії автоматичного керування: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — Житомир: ЖІТІ, 2001. — 508 с.

До розділу 2 “Теорія оптимального керування”

2.1. Атас М., Фалб П. Оптимальное управление. — М.: Машиностроение, 1986. — 764 с.

2.2. Азарсков В.Н., Блохин Л.Н., Житецкий Л.С. Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации. — К.: Кн. изд-во НАУ, 2006. — 437 с.

2.3. Васильев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. — М.: Наука, 1981. — 400 с.

2.4. Егоров А.И. Оптимальное управление линейными системами. — К.: Выща шк., 1988. — 356 с.

2.5. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы. — М.: Высшая шк., 1980. — 288 с.

2.6. Тютюнник А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування: Навчальний посібник. — Житомир: ЖІТІ, 1998. — 512 с.

2.7. Уайлд Д. Дж. Методы поиска экстремума / Пер. с англ. — М.: Мир, 1967. — 267 с.

2.8. Хьюбер П. Робастость и статистика / Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 304 с.

До розділу 3 “Мікроелектроніка та мікропроцесорна техніка”

3.1. Кофрон Дж. Технические средства микропроцессорных систем. — М.: Мир, 1983. — 344 с.

3.2. Майоров В.Г., Гаврилов А.И. Практический курс программирования микропроцессорных систем. — М.: Машиностроение, 1989. — 272 с.

3.3. Микропроцессоры: В 3-х кн., Кн. 1. Архитектура проектирования микро-ЭВМ. Организация вычислительных процессов. Учебник для вузов / П.В. Нестеров, В.Ф. Шаньгин и др. // Под ред. Л.Н. Преснухина. — М.: Высшая шк., 1986. — 495 с.

3.4. Самохвалов К.И., Викторов О.В., Кузник А.К. Микропроцессоры. — К.: Техника, 1986. — 278 с.

До розділу 4 “Теорія систем та основи системного аналізу”

4.1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1978. — 399 с.

4.2. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. — М.: Советское радио, 1973. — 440 с.

4.3. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: Математические основы / Пер. с англ. под ред. С.В. Емельянова. — М.: Мир, 1987. — 348 с.

4.4. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. — М.: Мысль, 1978. — 447 с.

До розділу 5 “Штучний інтелект у плануванні та керуванні”

5.1. Алиев Р. А., Абдикеев Н. М., Шахназаров М. М. Производственные системы с искусственным интеллектом. — М.: Радио и связь, 1990. — 264 с.

5.2. Искусственный интеллект. В 3 кн. Кн. 1. Системы общения и экспертные системы: Справ./ Под ред. Э. В. Попова. — М.: Радио и связь, 1990. — 464 с.

5.3. Искусственный интеллект. В 3 кн. Кн. 2. Модели и методы: Справ./ Под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Радио и связь, 1990. — 304 с.

- 5.4. Искусственный интеллект. В 3 кн. Кн. 3. Программные и аппаратные средства: Справ./ Под ред. В. Н. Захарова, В. Ф. Хорошевского. — М. : Радио и связь, 1990. — 368с.
- 5.5. Кондрашина Е. Ю., Литвиниева Л. В., Поспелов Д. А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. — М. : Наука, 1989. — 128 с.
- 5.6. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. — М. : Наука, 1986. — 311 с.
- 5.7. Попов Э. В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. — М. : Наука, 1987. — 288 с.
- 5.8. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. — М. : Наука, 1988. — 280 с.
- 5.9. Поспелов Д.А. Модели и методы. Книга 2. — М.: Радио и связь, 1990. — 265 с.
- 5.10. Построение экспертных систем: Пер. с англ./ Под ред. Ф. Хейеса-Рота, Д. Уотермана, Д. Лената. — М. : Мир, 1987. — 442 с.
- 5.11. Представление и использование знаний: Пер. с яп./ Под ред. Х. Чжо, М. Исидзуки. — М. : Мир, 1989. — 220 с.
- 5.12. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн 6. Техническая имитация интеллекта / В.М. Назаретов, Д. П. Ким; Под ред. И. М. Макарова. — М. : Высш. шк., 1988. — 144 с.
- 5.13. Тимофеев А. В. Роботы и искусственный интеллект. — М. : Наука, 1978. — 192 с.
- 5.14. Толковый словарь по искусственному интеллекту / Авт.-сост.: А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт, Д. А. Поспелов. — М. : Радио и связь, 1992. — 256 с.
- 5.15. Экспертные системы: Принцип работы и примеры: Пер. с яп./ Под ред. Р. Форсайта. — М. : Радио и связь, 1987. — 185 с.
- 5.16. Элти Дж., Кунмбс М. Экспертные системы: Концепция и примеры. — М. : Финансы и статистика, 1987. — 190 с.
- 5.17. Ямпольський Л.С., Лавров О.А. Штучний інтелект у плануванні та управлінні виробництвом. — К.: Вища шк., 1995. — 255 с.

До розділу 6 “Моделювання процесів функціонування об’єктів керування”

- 6.1. Зайченко Ю.П. Исследование операций. — К.: Вища шк., 1988. — 552 с.
- 6.2. Ивахненко А. Г., Степашко В. С. Помехоустойчивость моделирования. — К. : Наук. думка, 1985. — 216 с.
- 6.3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. — 3-е издание.— СПб: Питер; К.: Издат. группа ВHV, 2004. — 847 с.
- 6.4. Максима́й И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. — М. : Радио и связь, 1988. — 232 с.
- 6.5. Оре О. Теория графов / пер. с англ. — М.: Мир, 1980. — 336 с.
- 6.6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. — М.: Мир, 1984. — 357 с.
- 6.7. Робототехніка / В. І. Костюк, Г. О. Спину, Л. С. Ямпольський, М. М. Ткач. — К. : Вища шк., 1994. — 452 с.
- 6.8. Скурихин В.М., Шифрин В.Б., Дубровский В.В. Математическое моделирование. — К.: Техніка, 1983. — 270 с.
- 6.9. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. — М.: Высшая шк., 1998. — 320 с.
- 6.10. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. — М.: Бестселлер, 2003. — 416 с.
- 6.11. Томашевський В.М. Моделювання систем. — К.: Видавнича група ВHV, 2005. — 352 с.

6.12. Управление ГПС: Модели и алгоритмы / Под ред. С. В. Емельянова. — М.: Машиностроение, 1987. — 368 с.

До розділу 7 “Організаційно-технічні системи як об’єкти керування”

7.1. Вукобратович М., Стокич Д., Кирчански Н. Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами / Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 376 с.

7.2. Гибкие автоматизированные производственные системы / Под ред. Л.С.Ямпольского. — К.: Техніка, 1985. — 280 с.

7.3. Гнучкі комп’ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С.Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самотокін, М.М. Поліщук, М.М. Ткач, К.Б. Остапченко, О.І. Лісовиченко. — Житомир: ЖДГУ, 2005. — 680 с.

7.4. Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. — М.: Высш. шк., 1982. — 346 с.

7.5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. — М.: Машиностроение, 1979. — 432 с.

7.6. Петренко А.И., Семенов О.И. Основы построения систем автоматизированного проектирования. — К.: Вища шк., 1985. — 294 с.

7.7. Писаревский А.Н., Чернявский А.Ф. Системы технического зрения. — Л.: Машиностроение, 1988. — 287 с.

7.8. Путятин Е.П., Аверин С.И. Обработка изображений в робототехнике. — М.: Машиностроение, 1990. — 372 с.

7.9. Пуховский Е.С. Технологические основы САПР. — К.: Вища шк., 1989. — 232 с.

7.10. Пуховский Е.С., Кукарин А.В. Проектирование систем многономенклатурного производства. — К.: Техніка, 1987. — 248 с.

7.11. Пуховский Е.С., Мясников Н.Н. Технология ГАП. — К.: Техніка, 1989. — 235 с.

7.12. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн. 5. Моделирование робототехнических систем и гибких автоматизированных производств / С. В. Пантюшкин, В. М. Назаретов, О. А. Тягунов и др.; Под ред. И. М. Макарова. — М.: Высш. шк., 1986. — 175с.

7.13. Управление дискретными процессами в ГПС / Под ред. Л.С.Ямпольского. — К.: Техніка; Вроцлав: Изд-во Вроцлав. политехн. ин-та; Токио: Токосе, 1992. — 251 с.

7.14. Чудаков А.Д., Фалевич В.Я. Автоматизированное оперативно-календарное планирование в гибких комплексах механообработки. — М.: Машиностроение, 1986. — 244 с.

7.15. Ямпольский Л.С., Банашак З. Автоматизация проектирования и управления в гибком производстве. — К.: Техніка; Варшава: Науч.-техн. изд-во, 1989. — 214 с.

7.16. Ямпольский Л.С., Калин О.М., Ткач М.М. Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства. — К.: Вища шк., 1987. — 271 с.

7.17. Ямпольский Л.С., Полищук М.Н. Оптимизация технологических процессов в гибких производственных системах. — К.: Техніка, 1988. — 175 с.

7.18. Ямпольський Л.С., Поліщук М.М., Ткач М.М. Елементи робототехнічних пристроїв і модулі ГВС. — К.: Вища шк., 1992. — 431 с.