ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

СЕРГИН Михаил Юрьевич

ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ

СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ

ПРОЦЕССАМИ СО СТРУКТУРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

05.13.06 - Автоматизация исправление технологическими процессами и производствами {промышленность)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора технических наук

і Президиум } ЛК і-ЛОСі^'Л Ірттая от "М YJLJ0C и кЩ& ■ присудил ученую степень ДОКТОРА

Научный консультант -доктор технических наук, , профессор Матвейкин В.Г.

Тамбов 2004

2 СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

Глава 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ

УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ 14

1.1 Краткий обзор современных проблем построения систем

управления технологическими процессами 14

1,1 Л Проблема выбора математической модели технологического

процесса 18

1.1-2 Проблема учета факторов неопределенности 22

1.1.3 Проблема получения информации и учета динамических

свойств измерительной подсистемы 27

1.1.4 Проблема нахождения управляющего воздействия в условиях

неопределенности 31

1.2 Постановка цели и задач исследования 36

Глава 2 МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ИДЕНТИФИКАЦИИ

СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ 38

2Л Введение 38

2.2 Метод выбора оптимальной структуры модели технологического

процесса с учетом изменений по состояниям функционирования .,.. 40

2.2.1 Формирование множества структур моделей технологического

процесса 40

2.2.2 Постановка задачи выбора оптимальной структуры модели

технологического процесса на множестве состояний

функционирования 49

2.2.3 АлгоритхМ выбора оптимальной структуры модели

технологического процесса 51

2.3 Метод идентификации состояния функционирования

технологического процесса при нечеткой исходной информации .... 61

2.3.1 Постановка задачи на идентификацию 61

2.3.2 Алгоритм идентификации состояния функционирования

технологического процесса 62

2.4 Выводы 67

Глава 3 МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ СТРУКТУРНОЙ

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 69

3,1 Введение 69

з

3.2 Метод выбора оптимальной структуры модели наблюдения с

учетом изменений по состояниям функционирования 69

3-2-1 Постановка задачи выбора оптимального состава измерителей 74

3.2.2 Алгоритм выбора оптимального состава измерителей на

основе относительных приоритетов 77

3.3 Методы определения структуры оптимального фильтра,

учитывающие изменения состояния функционирования 81

3-3-1 Метод определения структуры линейного оптимального

фильтра 82

3-3-1.1 Обоснование метода 82

3.3 Л,2 Постановка задачи определения структуры линейного

фильтра, обобщенного на состояния функционирования ... 82

3-3Л.3 Выбор структуры линейного оптимального фильтра 83

3,3.2 Метод определения структуры нелинейного оптимального

фильтра 85

3.3.2Л Обоснование метода 85

3.3.2.2 Постановка задачи определения структуры нелинейного фильтра, обобщенного на состояния функционирования .... 86

3.3.2.3 Выбор структуры нелинейного оптимального фильтра... 90

3.4 Выводы 95

Глава 4 МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

ФУНКЦИОНАЛА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ

ИЗМЕНЕНИЯХ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ 97

4.1 Введение 97

4.2 Метод выбора оптимальной структуры функционала с учетом изменений по состояниям функционирования 98

4.2Л Формирование множества структур функционалов на

экстремум 98

4.2.2 Постановка задачи выбора оптимальной структуры

функционала на множестве состояний функционирования 102

4.2.3 Алгоритм выбора оптимальной структуры функционала на

основе принципа гладкой обновляемой перестановки 105

4.3 Методы определения оптимальной стратегии управления,

учитывающие изменения состояния функционирования 110

4.3 Л Обобщение метода определения оптимальной стратегии

управления, основанного на принципе максимума 111

4.3.2 Обобщение метода динамического программирования для

определения оптимальной стратегии управления 114

4.4 Выводы 117

ВЫВОДЫПОРАБОТЕ

 РазработаныконцепцияиметодологияпостроениясистемоптимальногоуправлениятехнологическимипроцессамиТПфункционирующихвусловияхструктурнойнеопределенности

 ПоставленыирешенызадачисинтезаоптимальныхструктурмоделейТПизмерителейифункционаловдлясистемуправленияСУсучетомизменениясостоянияфункционированияСФ

 СформулированпринципформированиямножестваструктуриспользующийвкачествематематическойосновыматрицыразличноготипаотношенийипозволяющийпроводитьоптимальныйвыборпривсевозможныхСФ

 СиспользованиемпредложенногопринципасформированыиобоснованымножестваструктурмоделейТПмоделейнаблюденияифункционаловСУкоторыеопределяютобластидопустимыхвариантовпринахожденииоптимумовсоответствующихструктур

 ПредложенметодидентификацииСФобеспечивающийраспознаваниеусловийпротеканияТПсучетомразмытостиграницпереходовиотсутствияточнойисходнойинформации

 Предложенметодвыбораоптимальногосоставаизмерителейвподсистеменаблюденияоснованныйнаиспользованииподходовтеориисистеммассовогообслуживанияипостроенныйнабазеотносительныхприоритетов

 ПриведеныпостановкиирешениязадачоптимальнойфильтрациииуправленияудовлетворяющиепредложеннойконцепциипостроенияСУсоструктурнойнеопределенностью

 РазработанкомплексматематическихописанийиалгоритмоврешенияконкретныхзадачприводящихкпостроениюСУТПрассматриваемогокласса

 СозданыпрограммныереализациитеоретическихразработокпозволяющиеавтоматизироватьпроцессыпостроенияиисследованияСУТПобладающихсвойствамиструктурнойнеопределенности





 ДляпостроенияСУпроцессамивулканизацииприместномремонтешинивоздухообменавзамкнутомпроизводственномпространствеотносящихсяпосвоимпризнакамкопределенномувработеклассусистемпримененапредложеннаяконцепцияпозволившаяповыситьэффективностьиспользованиярасходуемыхэнергетическихресурсовснизитьобъемсредствнаправляемыхнавосполнениезапасовисходногосырьянеобходимогодляпроизводствапродукцииСЕШЗИТЬзатратынапроведениеработпоизменениюноменклатурывыпускаемойпродукцииирасширениюфункциональныхвозможностейтехнологическогооборудованияповыситьэффективностьобработкиданныхпоступающихотобслуживающегоинженернотехническогоперсонала

РезультатыработывнедренынаОАОНаучноИсследовательскийИнститутРезинотехническогоМашиностроениягТамбовОАОТоррусАвторемзаводгТамбовОАОТамбовполимермашприразработкесовершенствованиииэксплуатацииСУпроцессомвулканизацииприместномремонтешинатакжедругихрезинотехническихизделийнаОАОПигментгТамбовОАОТамбовскийзаводКомсомолецимНСАртемоваОООДианаТексгИвановоЗАОГаммаМеталлгТамбовприразработкевводевстройдоработкеисовершенствованииСУпроцессомвоздухообменавпроизводственныхцехахповыпускупродукцииразличногоназначениянаЗАОСтройпластгТверьприразработкеСУпроцессомпроизводствастеклопластиковыхпрофилейвходеопределениясоставакомплексаизмерителейдляподсистемынаблюдениянафабрикеИспанияприсовершенствованииСУтехнологическойлиниейпопроизводствукерамическихстержнейиспользуемыхдляочисткиводынаОАОТамбовскийхлебокомбинатприразработкеивнедренииСУтехнологическойлиниейпопроизводствухлебобулочныхизделийвучебныйпроцессТамбовскогогосударственноготехническогоуниверситетапокурсамлекцийчитаємыхнафакультетеАвтоматизациихимическихпроизводствифакультетевоенногообучения