

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

УДК 62-50:663

ИСМАЙЛОВ АМАНКЕЛДИ ЕСИРКЕГЕНОВИЧ

**АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление
и обработка информации

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ташкент – 2011

Работа выполнена в Институте математики и информационных технологий Академии наук Республики Узбекистан.

Научный руководитель: доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Каипбергенов Батырбек Тулепбергенович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Рахимов Шавкат Хударгенович

кандидат технических наук, доцент
Файзуллаев Садулла Хикматуллаевич

Ведущая организация: Ташкентский государственный
технический университет

Защита состоится «__» _____ 2011 г. в _____ часов на заседании специализированного совета Д 015.17.02 при Институте математики и информационных технологий АН РУз по адресу: 100125, г. Ташкент, ул. Дурман йули, 29, тел.: (99871)169-12-66, факс: (99871)2627321).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института математики и информационных технологий АН РУз.

Автореферат разослан «__» _____ 2011 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Исмаилов М. А

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Технический прогресс неизбежно связан с развитием «рискованных» технологий, обладающих большим энергетическим потенциалом. В этих условиях алгоритмы управления биотехнологическими системами обязаны обеспечить их работоспособность при возникновении экстремальных ситуаций различного рода, для чего необходимо иметь соответствующие методы синтеза управляющих решений.

В связи с проникновением в промышленность интенсивных технологий задача синтеза оптимальных систем управления должна рассматриваться с позиций не приближения параметров состояния к экстремальным (аварийным) ограничениям. Подобные ситуации сложно прогнозировать на стадии проектирования, в связи с чем необходимо оценивать результаты принятых управляющих решений по критериям, меняющимся в зависимости от различных ситуаций и на различных этапах жизненного цикла. Системы управления (СУ) в таких условиях должны работать в тесной взаимосвязи с лицом, принимающим решения (ЛПР), для чего необходимо иметь в распоряжении эффективную подсистему поддержки принятых решений.

Принципиально изменилась динамика ограничений на параметры состояния и управляющие воздействия. На практике функции защиты СУ постепенно переходят от специализированных средств непосредственно к СУ производственными объектами благодаря повышению надежности, быстрого реагирования как технических, так и программно-алгоритмических средств. Разработчики справедливо полагают, что лучше работать вдали от экстремальных (аварийных) границ, обеспечивая тем самым необходимый запас устойчивости, и нести при этом постоянные потери, чем работать в области, где наказание за неверно выданное управление или непредвиденное возмущающее воздействие – это катастрофа. К сожалению, такое психологическое воздействие определяет проблему в развитии и внедрении подобных СУ.

Таким образом, отметим, что методы решения классических задач управления, успешно реализуемые в штатных ситуациях, не в состоянии обеспечить решение всех проблем управления, возникающих в экстремальных (аварийных) ситуациях динамической среды обитания производственного объекта. Это приводит к необходимости совместного использования различных методов (ситуационного, оптимального, гарантированного результата) на соответствующих этапах решения задач управления.

В связи с этим разработка, исследование и практическое применение алгоритмов управления производственными объектами при экстремальных состояниях, ориентированных на повышение эффективности функционирования объекта управления, является актуальной научно-технической задачей.

Степень изученности проблемы. Анализ научно-технической литературы последних 15 лет, касающихся исследований процессов управления производственными объектами при экстремальных состояниях, свидетельствует о наличии отдельных разработок систем управления работоспособ-

ностью технических объектов и отсутствии методологических и прикладных основ, обеспечивающих их эффективное применение при управлении технологическими объектами в экстремальных (аварийных) ситуациях. Как показал опыт использования СУ в безаварийных условиях, они пригодны лишь для решения вполне определенных типов задач. Наряду с этим они сопряжены с целым рядом других требований, делающих их бесполезными, если задача сильно отличается от той проблемы, на которую была ориентирована данная СУ.

Изучение сложных СУ производственными объектами при экстремальных состояниях с целью совершенствования и повышения их эффективности путем развития теоретических основ и совершенствования разработки новых методов обработки информации, основанных на комплексном рассмотрении вопросов моделирования, оптимизации и управления обусловили выбор темы настоящего исследования.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР

Диссертационная работа входит в план НИР Института математики и информационных технологии АН РУз по темам «Разработка средств иерархических систем интеллектуального управления многорежимными технологическими процессами» (№ П-20.9, 2003-2005 гг.); «Разработка методов и средств создания интеллектуальной системы диагностики и управления интерэктными технологическими комплексами» (№ ГНТП-14-019, 2006-2008 гг.); «Разработка интерактивных компьютерных методов моделирования для анализа и синтеза интеллектуальных систем управления биотехнологическими объектами» (№ ФА-Ф1-016, 2007-20011 гг.); «Разработка и исследование методов обработки разнотипной информации для систем управления» (№ ФПФИ №26-08, 2008-2009 гг.).

Цель исследования заключается в разработке прикладных аспектов построения системы управления производственными объектами при экстремальных состояниях, которые будут способствовать повышению эффективности и безопасности функционирования объекта управления.

Задачи исследования:

- произвести системный анализ методов управления производственными объектами при экстремальных состояниях;
- усовершенствовать методы управления производственными объектами при экстремальных состояниях;
- разработать модели и алгоритмы управления биотехнологическими объектами при экстремальных состояниях;
- практически реализовать полученные результаты на производственных объектах.

Объект и предмет исследования. Объект исследования - сложные производства при различных экстремальных (аварийных) и предаварийных состояниях, а предмет исследования - математические модели, вычислительные алгоритмы и комплекс программных средств для управления биотехнологическими процессами при экстремальных состояниях.

Методы исследования: аппарат теории системного анализа, иерархических многоуровневых систем, методы математического моделирования, методы ситуационного и логического моделирования, принципы получения гарантированного результата, имитационного моделирования, оптимизации и синтеза систем управления.

Гипотеза исследования: на основе предложенных аналитических моделей, алгоритмов оценивания состояний технологических процессов, а также соблюдением принципов ситуационной, логической и гарантированной стратегий управления повышение эффективности и безопасности функционирования производственных объектов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Моделирование оценки эффективности решений при экстремальных ситуациях на базе принципов получения оптимального гарантированного результата.

2. Алгоритмы управления отдельными процессами и биотехнологической системы в целом.

3. Алгоритмы управления объектом при экстремальных состояниях, основанные на ситуационной стратегии и выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом.

4. Функционально-алгоритмическая структура синтеза системы управления биотехнологическим объектом и её программная реализация.

Научная новизна полученных результатов диссертации заключается в следующем:

- формализовано математическое описание процесса трансформации субстрата и клеточного развития в виде системы уравнений, дающее возможность получить зависимости скорости превращения субстрата, роста биомассы и образования продуктов;

- разработан алгоритм выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом, основанный на определении функции и функционалов аналитического вида. Установлено, что стратегия, которая имеет в данной операции оценку эффективности, равную наилучшему (наибольшему) гарантированному результату, и является оптимальной гарантирующей стратегией;

- разработан алгоритм оценки состояния технологических процессов и управления при экстремальных ситуациях на конкретных примерах биотехнологического производства. При этом время достижения функции оценки состояния (диагностики) экстремальных значений определено методом интерполяции.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке математических моделей, обосновывающих возможность и эффективность их использования для процессов управления производственными объектами при экстремальных состояниях на основе принципов получения ситуационной, логической и гарантированной стратегии управления. Практическая значимость результатов исследования состоит в разработке

комплекса алгоритмов и программных средств, позволяющих решать задачи моделирования, контроля и оценки показателей объекта управления, обеспечивающих управление процессами функционирования для восстановления рациональной эксплуатации производственных систем при различных состояниях.

Реализация результатов. Разработанные моделирующие алгоритмы, комплексы программных средств, предложения и рекомендации нашли практическое применение на фармацевтическом и пищевых предприятиях. Годовой экономический эффект составил 11362 тыс сум. (на 2008г.).

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались, обсуждались и получили одобрение на Международной научной конференции «Актуальные проблемы стратегии образования в XXI веке» (Шымкент, 2002); Международной научно-теоретической конференции «Актуальные вопросы развития образования и науки» (Шымкент, 2003); Международной научно-практической конференции «Наука и образование на современном этапе» (Шымкент, 2005); IV Международной конференции «Intelligent Systems for Industrial Automation» (Tashkent, 2006); Республиканской научной конференции «Современное состояние и пути развития информационных технологий» (Ташкент, 2006); Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию независимости (Алматы, 2007); Республиканской научно-технической и производственной конференции «Проблемы развития авиакосмической отрасли Республики Узбекистан» (Ташкент, 2007); II Международной конференции «Проблемы управления и информатики» (Бишкек, 2007); V Всероссийской конференции «Механика микронеоднородных материалов и разрушения» (Екатеринбург, 2008); Международной научной конференции «Актуальные проблемы науки и образования в современных условиях» (Шымкент, 2008); Международной научно-экспериментальной конференции «Роль инновационных технологий в повышении качества педагогических кадров» (Алматы, 2008); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке» (Шымкент, 2009); Международной научно-практической конференции «Проблемы науки и образования в современных условиях» (Шымкент, 2009).

Опубликованность результатов. Основное содержание работы освещено в 22 научных публикациях, в том числе 13 журнальных статьях, 10 тезисах на конференциях и 1 свидетельство об официальной регистрации программы в Государственном патентном ведомстве Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающий 102 литературных источника, и приложений.

Работа изложена на 118 страницах компьютерного текста, содержит 6 таблиц и 17 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы, определена степень изученности проблемы, решаемой в работе, формулируется цель и поставлены задачи исследований, а также приведена краткая характеристика работы.

В первой главе «Системный анализ методов управления производственными объектами при экстремальных состояниях» проведен системный анализ методов управления производственными объектами при экстремальных состояниях.

Современный этап в создании СУ характеризуется комплексным подходом к задачам управления производственными объектами. Использование локальных СУ не всегда позволяет получить желаемый эффект вследствие того, что не учитывается их взаимное влияние и не согласованы реализуемые ими цели. Поэтому в последние годы основной тенденцией развития СУ стала интеграция локальных СУ, в которых функционирование отдельных подсистем согласуется и определяется, исходя из глобальной цели объекта управления. Такие СУ обеспечивают более быстрый рост эффективности за счет выбора наиболее оптимальных вариантов согласованного функционирования компонентов, повышение достоверности и степени использования информации, решение новых по функциям комплексов задач по оптимизации, принятие решений рационального распределения функций управления и т.д. В связи с этим проведен системный анализ современного состояния и тенденции развития разработок СУ производственными объектами, результаты которого свидетельствуют об интенсивном развитии уже имеющихся видов СУ и появление новых. Выявлены ключевые задачи методологического обеспечения СУ производственными объектами, определены основные тенденции интенсивного развития и характерные особенности построения перспективных СУ.

Согласно результатам исследования основных этапов развития ситуационного управления, ситуационное управление сыграло роль катализатора, вызвав к жизни новые идеи и принципы построения моделей объектов управления. В настоящее время практически невозможно отделить развитие собственно ситуационного управления от развития интеллектуального управления, органично включившего в себя своего исторического предшественника.

Как отмечено, проведенный анализ методов гарантированного управления объектами с различными состояниями позволяет сделать вывод, о том, наибольшими возможностями обеспечения высокой точности и гарантированности результата по отношению к перечисленным факторам комбинированный метод управления вектором состояния. По точности управления этот метод намного превосходит другие методы.

Дается общая характеристика производственного объекта при экстремальных состояниях и раскрываются его особенности на примере биотехнологических процессов. Сформулированы основные задачи

производственной биотехнологии, относящиеся к теоретическим и экспериментальным исследованиям. Выявлены основные стадии и состояние объектов такого класса раскрывающие их особенности. Выделены и проанализированы методы математического моделирования.

На основе вышеизложенного аналитического материала сформулирована цель и поставлены задачи научного исследования.

Во второй главе «Развитие методов управления производственными объектами при экстремальных состояниях» приведены материалы, касающиеся развития методов управления производственными объектами при экстремальных состояниях.

Современные производственные объекты приближаются к такому уровню сложности, при котором их поведение и свойства не являются суммой свойств отдельных компонентов. Под сложными производственными объектами понимаются системы, в которых при вычлениии компонента могут быть утрачены принципиальные свойства, а при их добавлении возникают качественно новые свойства. Каждый из компонентов системы может быть описан набором характеристических признаков, значения которых определяют текущее состояние компонента и системы в целом. Таким образом, поведение системы описывается вектором значений характеристических признаков с учетом влияния внешних факторов на поведение системы.

Задача управления сводится к построению решающего правила, позволяющего осуществлять контроль и оценку состояний системы. При этом необходимо учитывать большой объем трудноформализуемых параметров биотехнологического производства (БТП) как системы, которые необходимо обрабатывать в реальном масштабе времени.

Для построения решения по управлению биотехнологическим объектом при экстремальных состояниях предлагается использовать методику ситуационного управления, заключающуюся в отнесении текущей ситуации к некоему классу (штатных или нештатных ситуаций), которому ставится в соответствие решение по управлению.

Раскрывается сущность основных принципов формализации (дискретность, самообучаемость, иерархичность, макроструктурность, целенаправленность, преемственность) ситуационных моделей и алгоритмов управления процессом реализации ситуационного управления. При этом микромодель структуры и законы функционирования описываются в виде двухуровневых языковых сетей. Между тем макромодели управления объектом формализуются на основе корреляционных и трансформационных грамматик, а также правил, выделяющих оптимальные законы управления.

Исследуется задача получения оптимального гарантированного результата для объектов с экстремальными состояниями. Здесь основными вопросами являются получение гарантированного результата и возможности его улучшения, а также выбор рационального решения. Отмечено, что желательно всегда характеризовать эффективность одним числом, причем эта характеристика должна базироваться на принципе гарантированного результата.

Сущность выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом заключается в нахождении оптимального решения многокритериальной задачи, которая максимизирует значения всех функций.

Оценку выбранной стратегии управления (\tilde{u}), определяемой как

$$\inf_{y \in Y} \Phi(\tilde{u}, y) \quad (1)$$

можно выразить следующим образом:

$$\inf_{y \in Y} \Phi(\tilde{u}, y) = \inf_{\xi \in E} \Phi_1(\tilde{u}, \xi) + \inf_{z \in Z} \Phi_2(\tilde{u}, z) + \inf_{\tau \in T} \Phi_3(\tilde{u}, \tau),$$

где $\Phi(u, y)$ - целевая функция; Y, E, Z, T – соответственно область изменения случайных величин.

Будем считать, что примем такую стратегию управления u^* процессом БТП, которая является наилучшим (наибольшим) гарантированным результатом, при условии

$$\inf_{y \in Y} \Phi(u^*, y) = \sup_{u \in U} (\inf_{\xi \in E} \Phi_1(u, \xi) + \inf_{z \in Z} \Phi_2(u, z) + \inf_{\tau \in T} \Phi_3(u, \tau)). \quad (2)$$

Учитывая, что случайные величины ξ, z, τ взаимонезависимы, запишем (2) в виде:

$$\inf_{y \in Y} \Phi(u^*, y) = \sup_{u \in U} \inf_{\xi \in E} \Phi_1(u, \xi) + \sup_{u \in U} \inf_{z \in Z} \Phi_2(u, z) + \sup_{u \in U} \inf_{\tau \in T} \Phi_3(u, \tau). \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) в обобщенном виде примут следующий вид:

$$\text{Supinf}(\Phi(U, y)) = \text{Sup}_{u \in U} \inf_{\xi \in E} (\Phi_1(u(\xi), \xi)) + \text{Sup}_{u \in U} \inf_{z \in Z} (\Phi_2(u(Z), Z)) + \text{Sup}_{u \in U} \inf_{\tau \in T} (\Phi_3(u(\tau), \tau)). \quad (4)$$

Отсюда оценки наилучшего (наибольшего) гарантированного результата приведем к отысканию экстремальных стратегий управления процессом БТП, для которых члены выражения (4) достигали своих наибольших значений.

Формально многокритериальная задача выбора стратегии управления процессом БТП с наилучшим (наибольшим) гарантированным результатом задается множеством U «допустимых решений» и набором целевых функций Φ_1, \dots, Φ_n на U , принимающих действительные значения. Сущность многокритериальной задачи состоит в нахождении ее оптимального решения, т.е. такого $u \in U$, которое в том или ином смысле максимизирует значения всех функций $\Phi_i \quad i = 1, \dots, n$.

Если y при повторениях не меняет своего значения и $\tilde{u} = u(y)$, то наилучший (наибольший) гарантированный результат равен

$$\text{Sup}_{\tilde{u}} \inf_{y \in Y} f(\tilde{u}, y).$$

Если от повторения к повторению y меняется произвольным образом, то наилучшее (наибольшее) гарантированное решение получит следующий вид:

$$\begin{aligned} & \text{Sup}_{\tilde{u}} \int_w \inf_{y \in Y} f(\tilde{u}, y, w) dF(w) = \\ & = \text{Sup}_{u \in U_2} \int_{z_1} \inf_{z_1 \in Z_1} (\Phi_2(Z_1) dF(Z_1)) + \text{Sup}_{u \in U_2} \int_{z_2} \inf_{z_2 \in Z_2} (\Phi_2(Z_2) dF(Z_2)) + \\ & \quad + \text{Sup}_{u \in U_2} \int_{z_3} \inf_{z_3 \in Z_3} (\Phi_2(Z_3) dF(Z_3)). \end{aligned}$$

Оптимальная гарантирующая стратегия – стратегия, которая имеет в данной операции оценку эффективности, равную наилучшему (наибольшему) гарантированному результату. Если, например, в операции с критерием эффективности $\Phi(x, y)$ неопределенный фактор y принимает значения из множества Y , то оптимальная гарантирующая стратегия \tilde{u}^* будет определяться из

$$\sup_{\tilde{u}} \inf_{y \in Y} f(\tilde{u}, y) = \inf_{y \in Y} f(\tilde{u}^*, y).$$

Если верхняя грань по \tilde{u} не достигается, то вводится понятие ε - оптимальной гарантирующей стратегии \tilde{u}_ε^* , для которой (при $\varepsilon > 0$)

$$\inf_{y \in Y} f(\tilde{u}_\varepsilon^*, y) \geq \sup_{\tilde{u}} \inf_{y \in Y} f(\tilde{u}, y) - \varepsilon.$$

В зависимости от множества стратегий управления $\tilde{u} = u(y)$ и информации о неопределенном факторе (зависящей от состояний процесса БТП) вид и форма записи оптимальной гарантирующей стратегии конкретизируются. Так, если множество стратегий \tilde{u} состоит из всех функций $u(y)$ и в операции имеется полная информация об y , то оптимальная гарантирующая стратегия управления $u^*(y)$ примет название «абсолютная оптимальная стратегия управления» и будет определяться из условия

$$\sup_u f(u, y) = f(u^*(y), y) \text{ при всех } y \in Y.$$

Только отметим, что значение ε выбирается ЛПР на основе технологических регламентов, технической документации, экономических и экологических норм и других нормативов.

В третьей главе «Модели и алгоритмы управления биотехнологическими объектами при экстремальных состояниях» разработаны модели и алгоритмы управления биотехнологическими объектами при экстремальных состояниях.

Биотехнологический процесс роста клеточной популяции с учетом конверсии субстрата под действием ферментов соответствует схеме многостадийности. Многостадийный биотехнологический процесс опишем следующей системой уравнений:

$$\frac{dS_1}{dt} = \frac{\alpha_1 S_1}{k_1 + S_0} - \frac{\alpha_2 S_2}{k_2 + S_2},$$

$$\frac{dS_{n-1}}{dt} = \frac{\alpha_{n-1} S_{n-1}}{k_{n-1} + S_{n-2}} - \frac{\alpha_R S_n}{k_n + S_n},$$

где k_1, \dots, k_n - константы Михаэлиса соответствующих реакций.

Если полиферментная система функционирует в стационарных условиях, т.е.

$$\frac{dS_1}{dt} = 0, \dots, \frac{dS_i}{dt} = 0, \dots, \frac{dS_n}{dt} = 0,$$

тогда
$$\frac{dx}{dt} = \frac{\alpha_1 S_0}{k_1 + S_0}.$$

Обобщая мы уравнения, приведенные в разделе 3.1, кинетику биотехнологического процесса описали следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= (\mu + \gamma)x; \\ \frac{dP}{dt} &= \gamma x; \\ \frac{dx}{dt} &= \mu x; \\ \mu &= \mu_m \frac{S}{K_S + S}; \\ \gamma &= \gamma_m \frac{S}{K_S + S}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Таким образом, приведенная система уравнений (5) представляет собой математическое описание биотехнологического процесса, дающее возможность получить зависимости скорости превращения субстрата, роста биомассы и образования продуктов. Основными компонентами являются субстраты и ферменты, участвующие в процессе превращения субстрата в целевой продукт на основе законов ферментативного катализа и кинетики.

Представлены обобщенные модели различных структур биотехнологической системы на базе языка ситуационного управления. Анализируемые примеры подтверждают наличие множества, способов построения обобщенных моделей по структуре биотехнологической системы и необходимость для каждого вида обобщений иметь специальные средства. Однако подчеркнем, что для многих из них существует общая модель, связанная с моделью представления описаний в виде семантического графа.

При моделировании оценки эффективности гарантированных решений в экстремальных состояниях мы основывались на принципе гарантированного результата. Отмечено, что области изменения параметров разные по объему и поэтому с помощью преобразований необходимо привести к единой области изменения параметров. На основе анализа параметров получены результаты моделирования (табл. 1) на примере биотехнологического процесса в трехмерном пространстве (рис. 1).

Разработаны алгоритмы управления отдельными процессами и биотехнологической системой в целом. Сущность алгоритмов связана с принятием ЛПР многошаговых решений, когда в качестве аппарата управления используются логика действий, ситуационные (логико-лингвистические) модели и имитационное моделирование. Отмечено, что описание текущей ситуации и ее описание логико-трансформационными правилами для биотехнологических систем является громоздкой работой, а сам процесс по формированию списка правил и соответственно алгоритмов – очень трудоемким.

Работа алгоритма ситуационного управления объектом при различных состояниях протекает следующим образом.

Устанавливается априорное значение (планка= P) для выбранного критерия, проверяется условие: реальна ли установленная планка. Далее решается уравнение

Таблица 1

Результаты моделирования функции эффективности $F = (y_1, y_2, \dots, y_n)$

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	$F(y_1, y_2)$	$F(y_1, y_2, y_3)$	$F(y_1, y_2, y_3, y_4)$	$F(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$	$\Omega (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,30	0,63	1,19	1,78	1780119063030,10
0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,60	1,25	2,38	3,11	3110238125060,20
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,90	1,46	2,96	3,84	3840296146090,30
0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	1,10	2,50	4,77	5,77	5770477250110,40
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,40	3,13	5,96	7,11	7110596313140,50
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,70	3,75	7,15	8,44	8440715375170,60
0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	2,00	4,38	8,34	9,77	9770834438200,70
0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	2,229	5,01	9,53	11,10	11100953501229,80
0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	2,60	5,63	10,72	12,43	12431072563260,90
0,91	0,99	0,99	0,99	0,99	2,81	6,31	12,21	14,16	14161221631281,90

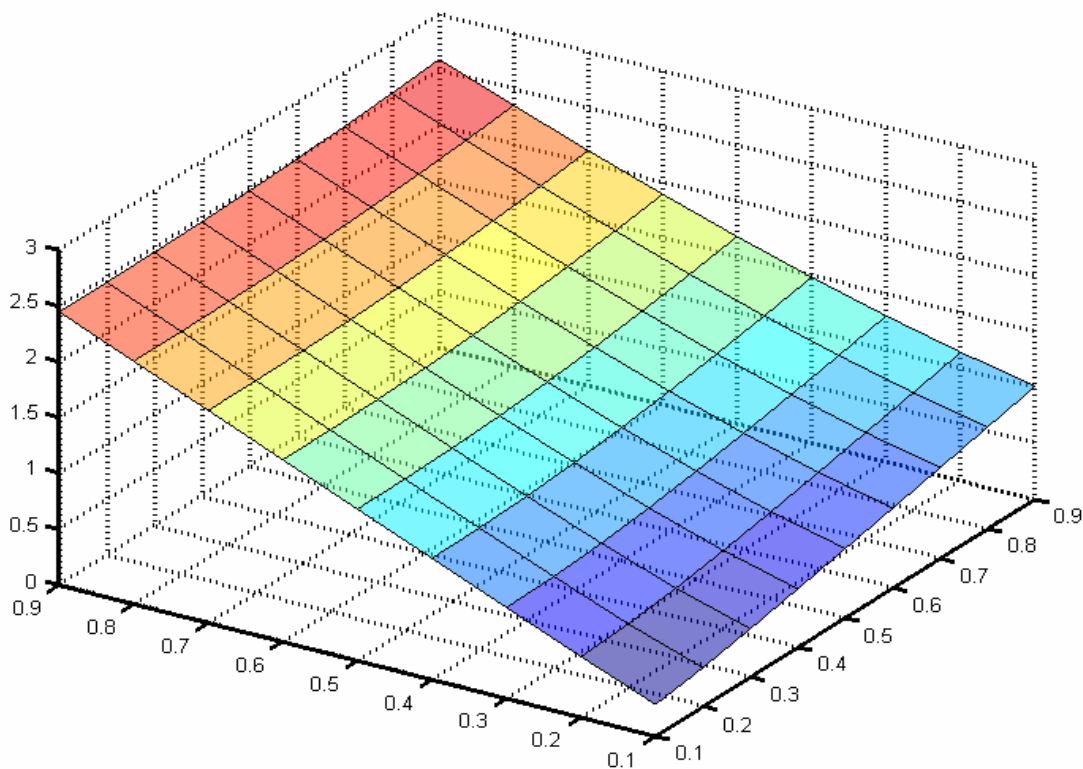


Рис. 1. График функции $F(x_1, x_2) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} \cdot e^{\frac{x_2}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2}}}$ для $x_i \in (0;1)$

$$f_1(t, x, u) = P,$$

$$u \in U$$

относительно u для произвольного значения (t, x) и определяется: существует ли такое управление u^0 .

Определяем значение критерия для текущего состояния и разность

$$|f_1(t_0, x_0, u) - P|.$$

Вычисляем ситуационное оптимальное управление, минимизируя значение

$$\min_{u \in U} |f_1(t_0, x_0, u) - P|.$$

Если u_0 - есть решение ситуационного оптимального управления, тогда как первый шаг приближения берем

$$|f_1(t_0, x_0, u_0) - P| = h_0.$$

Производим формирование управляющих параметров (x) на основе управления $u_0 \in U$ и обеспечиваем передачу их в аппарат.

Определяем темпы спуска, т.е. с какой скоростью определяется оптимальное управление. Для этого берем точки

$$(t_0, h_0), (t_0 + \Delta t, h_1), \dots, (t_0 + k\Delta t, h_k).$$

При помощи метода наименьших квадратов определяем коэффициенты линейного уравнения, аппроксимирующие выбранные точки. Допустим, что

$$y = at + b.$$

Тогда дифференциал линейного уравнения от t

$$\frac{dy}{dt} = a$$

является оценкой темпа спуска.

В итоге производим выбор

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = a_1, \operatorname{tg} \alpha_2 = a_2, \dots,$$

в которых a_i , близкий к нулю, является наилучшим.

Работа алгоритма выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом происходит следующим образом.

Определяются значения для всех возможных управлений

$$u_1(\xi), u_2(\xi), u_3(\xi), \dots, u_n(\xi),$$

$$u_1(z), u_2(z), \dots, u_k(z),$$

$$u_1(\tau), u_2(\tau), \dots, u_l(\tau).$$

и соответственно находятся

$$\Phi_1(u_i(\xi)), \Phi_2(u_j(z)), \Phi_3(u_m(\tau)),$$

$$i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}; m = \overline{1, l}.$$

Создаются три массива

$$M_1(n, N); M_2(k, N); M_3(l, N)$$

и в них сохраняются значения

$$\Phi_{1,n}, \Phi_{2,k}, \Phi_{3,l},$$

где n, k, l - число возможных управлений соответственно для Φ_1, Φ_2, Φ_3 .

Далее определяем

$$\begin{aligned} & \inf [\Phi_1(u_i(\xi_1)), \Phi_1(u_i(\xi_2)), \dots, \Phi_1(u_i(\xi_N))], \quad i = \overline{1, n}, \\ & \inf [\Phi_2(u_i(z_1)), \Phi_2(u_i(z_2)), \dots, \Phi_2(u_i(z_N))], \quad i = \overline{1, k}, \\ & \inf [\Phi_3(u_i(\tau_1)), \Phi_3(u_i(\tau_2)), \dots, \Phi_3(u_i(\tau_N))], \quad i = \overline{1, l} \end{aligned}$$

с таким условием, чтобы те из них, которые не удовлетворяют условию, заменить нулями или очистить эту ячейку. При этом область управления определяется с некоторой погрешностью $\varepsilon > 0$.

Из массивов $M_1(n, N); M_2(k, N); M_3(l, N)$ определяем

$$\sup [M_1(n, N)], \sup [M_2(k, N)], \sup [M_3(l, N)]$$

и соответственно номера ячеек $M_1(n, N_1), M_2(k, N_2), M_3(l, N_3)$. Отсюда находим n_1, k_1, l_1 .

Таким образом, разработан алгоритм выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом, основанный на установлении функции и функционалов аналитического вида. Показано, что стратегия, которая имеет в данной операции оценку эффективности, равную наилучшему (наибольшему) гарантированному результату, и является оптимальной гарантирующей стратегией.

В четвертой главе «Практическая реализация полученных результатов в реальных биотехнологических объектах при экстремальных состояниях» приведены материалы по практической реализации полученных результатов в реальных биотехнологических объектах при экстремальных состояниях.

Предположим, что в момент времени t_0 функция оценки состояния технологического процесса

$$f(\bar{x}, u, t_0) = E_e(t_0),$$

тогда необходимо начинать процедуру экспресс-оценки состояния (экспресс-диагностику). В этой точке скорость изменения функции оценки состояния технологического процесса $f(\bar{x}, u, t)$ измеряется как $\frac{\partial f(\bar{x}, u, t)}{\partial t}$. Время достижения функции $f(\bar{x}, u, t)$ экстремальных значений $\Gamma_e(t)$ обозначим через t_1 , которая находится методом интерполяции.

Тогда

$$f(\bar{x}, u, t_1) = \Gamma_e(t_1),$$

с другой стороны

$$\frac{\Gamma_e(t_1) - f(\bar{x}, u, t_0)}{\frac{\partial f(\bar{x}, u, t_0)}{\partial t}} = t_1 - t_0 = \Delta t.$$

Итак, отсюда следует, что процедура оценки состояния (диагностики) начинается, когда $f(\bar{x}, u, t) = E_e(t)$ или $f(\bar{x}, u, t) = E_n(t)$ и в течение времени Δt необходимо применить управляющие воздействия, которые предотвращают экстремальную (аварийную) ситуацию.

Для определения $E_e(t)$ рассмотрим разницу для любого t_1

$$\min_{u \in U} [\Gamma_g(t_1) - f(x, u, t_1)] > 0 \quad (6)$$

и $u \in U \in G$ непустое множество (6). Здесь необходимо доказать, что осталось хотя бы одно u – управление, которое выводит технологический процесс из экстремального состояния.

Среди всевозможных управлений $u \in U$ находим такое управление, которое удовлетворяет (6). Обозначая через

$$\begin{aligned} \delta_g(t_1) &= \min_{u \in U} |\Gamma_g(t_1) - f(x, u, t_1)|, \\ \delta_n(t_1) &= \min_{u \in U} |\Gamma_n(t_1) - f(x, u, t_1)|, \end{aligned} \quad (7)$$

получим последовательность минимальных разностей для выбранных моментов $(t_0, t_0 + \Delta t, \dots, t_0 + n\Delta t)$:

$$\delta_g(t_0), \delta_g(t_0 + \Delta t), \delta_g(t_0 + 2\Delta t), \dots, \delta_g(t_0 + n\Delta t),$$

где n - число шагов до стабилизации.

Определяя

$$\delta_g(t^*) = \min \{ \delta_g(t_0), \delta_g(t_0 + \Delta t), \dots, \delta_g(t_0 + n\Delta t) \}$$

и введя в (7), получим

$$\begin{aligned} E_g(t) &= \Gamma_g(t) - \delta_g(t^*), \\ E_n(t) &= \Gamma_n(t) + \delta_n(t^*). \end{aligned}$$

Выбор оптимальной стратегии по иерархии управления осуществляется следующим образом.

Для любого выбранного управления $u_i \in U$ ($i = 1, \bar{k}$) существует определенное время τ_i , в течение которого оно воздействует на технологический процесс и приводит функцию оценки состояния в другое состояние, т.е.

$$f(\bar{x}, u_i, t_0) \xrightarrow{\tau_i} f(\bar{x}, u_i, t_0 + \tau_i).$$

Предположим, что в момент времени t_0 технологический процесс находится в экстремальном состоянии, т.е.

$$f(\bar{x}, u, t) = E_g(t).$$

Для того, чтобы технологический процесс нормализовался нам необходимо выбрать оптимальную стратегию среди существующих управлений. Зная начальное состояние технологического процесса, будем последовательно применять все существующие управления $u_i \in U$ и получим соответствующее состояние технологического процесса.

Предположим, что технологический процесс протекает нормально, если значение $f(\bar{x}, u, t)$ близко к $(\Gamma_g(t) + \Gamma_n(t))/2$, т.е. к среднему значению экстремальных функций. Тогда выбор оптимальной стратегии управления u_i осуществляется на основе критерия

$$\{ \Gamma_g(t_0) - f(\bar{x}, u, t_0) \leq \max_{\tau_i} [\Gamma_g(t_0 + \tilde{t}_i) - f(\bar{x}, u_i, t_0 + \tilde{t}_i)] \}$$

если

$$f(\bar{x}, u, t_0) < \frac{\Gamma_g(t_0) + \Gamma_n(t_0)}{2}.$$

$$\{f(\bar{x}, u, t_0) - \Gamma_n(t_0) \leq \max_{\tau_i} [f(\bar{x}, u_i, t_0 + \tilde{t}_i) - \Gamma_n(t_0 + \tilde{t}_i)] \}$$

если

$$f(\bar{x}, u, t_0) < \frac{\Gamma_s(t_0) + \Gamma_n(t_0)}{2}.$$

Допустим, что существует такое управление u_i , тогда в качестве начального состояния технологического процесса возьмем $f(\bar{x}, u_i, t_0 + \tilde{t}_i)$ и заново повторим пройденный этап по выбору оптимального управления. В результате получим последовательность

$$u_{i_1}, u_{i_2}, u_{i_3}, \dots, u_{i_e}$$

оптимальной стратегии управления, которая приведет технологический процесс в нормальное состояние.

Во второй и третьей главах нами были рассмотрены принципы и методы построения математических моделей, алгоритмы управления отдельных процессов и биотехнологического производства в целом.

При практическом применении все эти принципы, методики, модели и алгоритмы используются в виде комплекса программных средств на основе современных компьютерных средств. Это дает возможность пользователю (оператору, технологу) успешно решать задачи анализа, синтеза и управления биотехнологическими процессами и производством в целом.

Объект управления может связываться с управляющим устройством в различных вариантах в зависимости от функции, возлагаемой на СУ.

Рассмотрим функционально-алгоритмическую структуру синтеза системы управления биотехнологическим производством (рис. 2), где КИПиА - контрольно-измерительные приборы и автоматика; СОПИ - сбор и обработка первичной информации; МФРС ДСР - математическая формализация различных (проблемных) ситуаций и выявление допустимых способов разрешений; ПФСМ АУ - принципы формализации ситуационных моделей и алгоритмов управления; ВПОГР - возможности получения оптимального гарантированного результата; ВСУО НГР - выбор стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом; МОМ БТП - математическое описание биотехнологического процесса; РКМ - расчет коэффициентов модели; РОМРС БТС - разработка обобщенных моделей различных структур биотехнологической системы; МОЭГР ЭС - моделирование оценки эффективности гарантированных решений при экстремальных состояниях; АУОП БТС - алгоритм управления отдельными процессами и биотехнологической системой в целом; АСУ ОЭС - алгоритм ситуационного управления объектом при экстремальных состояниях; АВСУ НГР - алгоритм выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом; ИМ - исполнительные механизмы; ПАД ПР - проверка моделей на адекватность с последующим принятием решения; ВУВ - вычисление управляющих воздействий; САР - система автоматического регулирования.

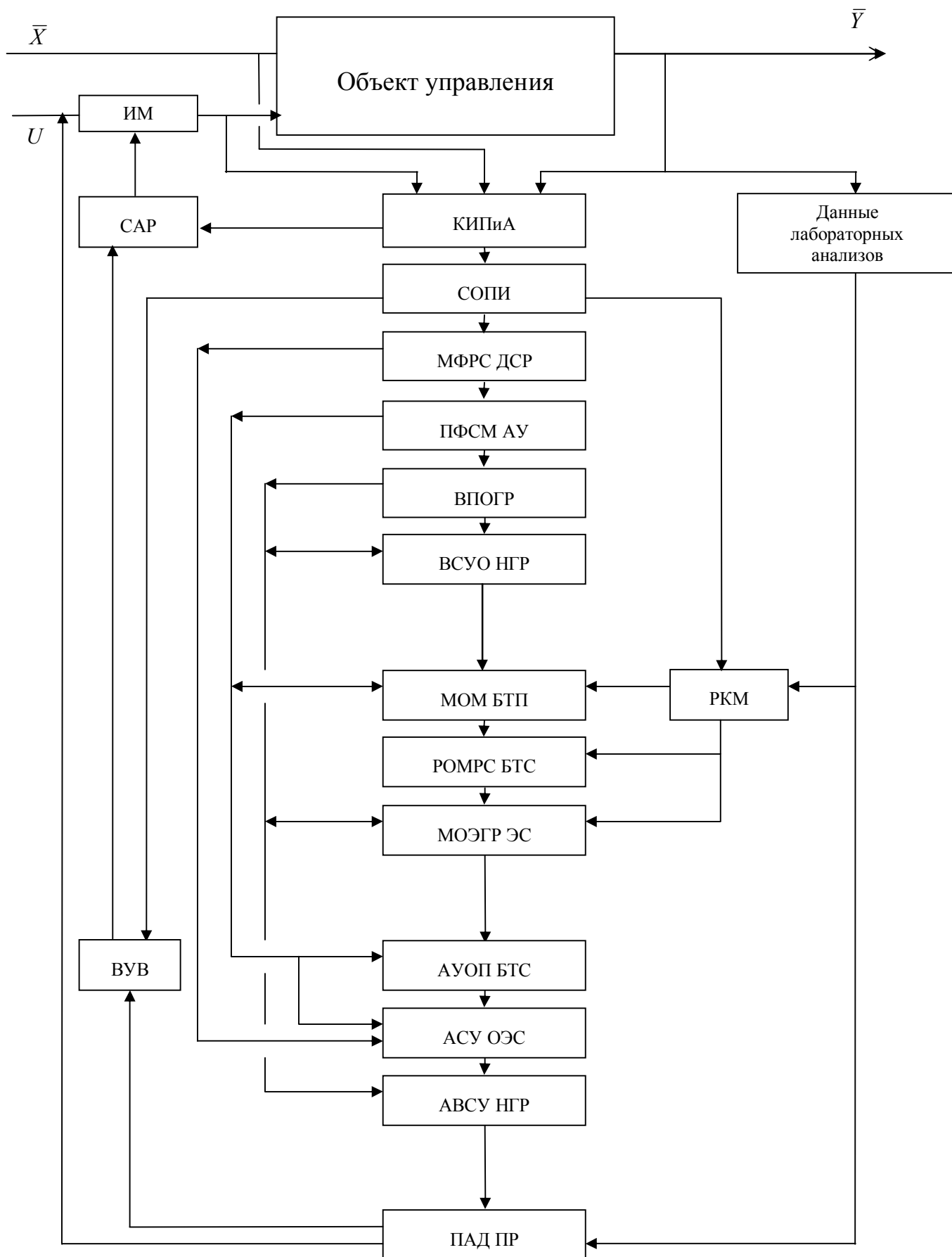


Рис. 2. Структурная схема синтеза системы оптимального управления биотехнологическим производством

В общей структуре СУ БТП имитационное моделирование (рис. 3) позволило совершенствовать следующие модули: математические модели; базу данных технологических процессов и экстремальных (аварийных) ситуаций; базу данных типовых процессов; выбор рекомендаций по управлению при экстремальных (аварийных) ситуациях. Для моделирования экстремальных (аварийных) ситуаций систематизированы типовые нарушения (ситуации) и их причины. Экстремальные (аварийные) ситуации подразделяли по типу нарушаемых пороговых ограничений параметров на эксплуатационные (нарушения оптимальных, допустимых эксплуатационных норм) и аварийные (нарушения аварийных, предаварийных норм).

Полунатурное моделирование (рис. 4) как система имитации внешней среды предназначена для отработки технологических процессов в условиях, наиболее приближенных к реальным. Отладка СУ на стенде полунатурной модели экономически выгоднее, чем полонатурные испытания на реальном объекте. На стенде полунатурной модели осуществляли отладку базы данных по управлению технологическими процессами и БТП в целом.

Разработано программное обеспечение СУ БТП на основе Delphi, так как оно удобно для визуального отображения данных. Для их тестирования использованы встроенные в программную среду средства отладки, а при совершенствовании основывались на методе последовательного улучшения. К созданию интерфейса программного обеспечения СУ БТП был применен комплексный подход: прямое манипулирование, таблицы, меню, формы и диалоги.

В подсистеме оценки состояний обследуемые ситуации введены в виде вкладки. После заполнения всех полей оцениваются ситуации и выводятся результаты (рис. 5а ,б).

Промышленные испытания проведены с целью реализации предложенных моделей, алгоритмов и программ, входящих в математическое описание СУ на действующем объекте биотехнологического производства.

Начальные концентрации субстрата, ингибитора и др. определялись путем лабораторных анализов, которые проводились в центральной лаборатории цеха.

В результате реализации данной системы отклонение концентрации биомассы от ее среднего значения снизилось на 9,9%, а производительность повысилась на 8-9%.

Система привела к стабилизации расхода суслу на 13-15% по сравнению с периодом обычной эксплуатации, а также позволила существенно повысить технико-экономические показатели винного цеха. Выход вина из единицы затрачиваемого субстрата увеличился в среднем на 5%. Акты о внедрении приведены в Приложении.

Производственные испытания СУ с предложенными математическими моделями и алгоритмами в виде комплекса программных средств проведены на «Химфарм» и ТОО «НУР». Производственные испытания позволили количественно определить годовой экономический эффект - 11362 тыс. сум, при этом срок окупаемости равен 0,9 года.

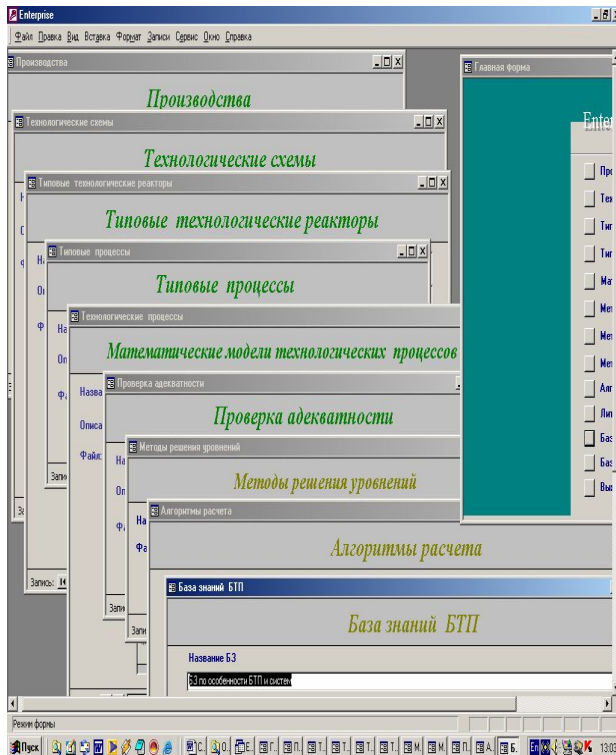


Рис. 3. Экранная форма имитационного моделирования

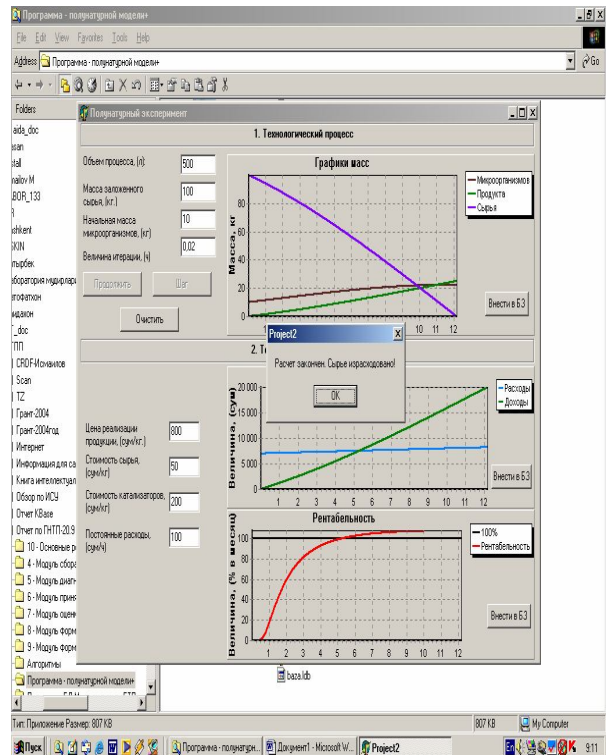


Рис. 4. Экранная форма полунатурного моделирования

Метод оценки состояний на основе ситуационных моделей знаний.

Пенообразование | Уменьшение удельной скорости роста | Увеличение концентрации мертвых дрожжей | Низкий выход

Концентрация мертвых дрожжей (X_m): 34

Заданная концентрация дрожжей (X_s): 26

Температура (Т): 48

Заданная температура (Тз): 38

Расход воздуха (G_B): 25,62

Заданный расход воздуха (G_B): 25,62

Концентрация водородных ионов (рН): 73

Заданная конц. водородных ионов (рН): 73

Расход пенного вещества ($G_{пв}$): 8,92

Заданный расход пенного вещества ($G_{пв}$): 8,92

Конц-я редуцирующих веществ (рВ): 56

Требуемая конц-я ред-щих вещ. (рВт): 73

Увеличить рВ в сусле на 8 %.

Где:
 X_m - концентрация мертвых дрожжей;
 X_s - заданная концентрация дрожжей;
 T - температура;
 T_z - заданная температура;
 G_B - расход воздуха;
 G_B - заданный расход воздуха;
 pH - концентрация водородных ионов;
 pH_z - заданная концентрация водородных ионов;
 $G_{пв}$ - расход пенного вещества;
 $G_{пв}$ - заданный расход пенного вещества;
 pB - концентрация редуцирующих веществ.

Вычислить

Назад

а)

Метод оценки состояний на основе ситуационных моделей знаний.

Пенообразование | Уменьшение удельной скорости роста | Увеличение концентрации мертвых дрожжей | Низкий выход

Концентрация мертвых дрожжей (X_m): 34

Заданная концентрация дрожжей (X_s): 26

Температура (Т): 48

Заданная температура (Тз): 38

Расход воздуха (G_B): 25,62

Заданный расход воздуха (G_B): 25,62

Концентрация водородных ионов (рН): 73

Заданная конц. водородных ионов (рН): 73

Расход пенного вещества ($G_{пв}$): 8,92

Заданный расход пенного вещества ($G_{пв}$): 8,92

Конц-я редуцирующих веществ (рВ): 73

Требуемая конц-я ред-щих вещ. (рВт): 73

Остановить процесс и провести стерилизацию.

Где:
 X_m - концентрация мертвых дрожжей;
 X_s - заданная концентрация дрожжей;
 T - температура;
 T_z - заданная температура;
 G_B - расход воздуха;
 G_B - заданный расход воздуха;
 pH - концентрация водородных ионов;
 pH_z - заданная концентрация водородных ионов;
 $G_{пв}$ - расход пенного вещества;
 $G_{пв}$ - заданный расход пенного вещества;
 pB - концентрация редуцирующих веществ;
 $pBт$ - требуемая концентрация редуцирующих веществ.

Вычислить

Назад

б)

Рис. 5. Экранные формы оценки состояний на основе ситуационных моделей знаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, сводятся к следующему:

1. Проведен системный анализ современного состояния и тенденции развития разработок систем управления производственными объектами, основных этапов развития ситуационного управления, методов гарантированного управления объектами с различными состояниями, общих характеристик и особенностей производственных объектов с экстремальными состояниями, и на этой основе сформулирована цель и поставлены задачи научного исследования.

2. Для выбора стратегии управления производственным объектом при экстремальных состояниях исследованы методы ситуационного управления и оптимального гарантированного результата. Их сущность заключается в нахождении оптимального решения многокритериальной задачи, равного наилучшему (наибольшему) гарантированному результату.

3. На основе законов ферментативного катализа и кинетики получена система уравнений, представляющая собой математическое описание многостадийного биотехнологического процесса, дающее возможность получить зависимости скорости превращения субстрата, роста биомассы и образования продуктов. Представлены обобщенные модели различных структур биотехнологической системы на базе языка ситуационного управления в виде семантического графа.

4. Осуществлено моделирование оценки эффективности гарантированных решений при экстремальных состояниях на базе принципов гарантированного результата. Отмечено, что области изменения параметров разные по объему, в связи с чем с помощью преобразований необходимо привести к единой области изменения параметров. На основе анализа параметров получены результаты моделирования на примере биотехнологического процесса в трехмерном пространстве.

5. Разработаны алгоритмы управления отдельными процессами и биотехнологической системой в целом. Сущность алгоритмов связана с принятием ЛПР многошаговых решений, когда в качестве аппарата управления используются логика действий, ситуационные (логико-лингвистические) модели и имитационное моделирование.

6. Разработаны алгоритмы управления объектом при экстремальных состояниях, основанные на ситуационной стратегии и выборе стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом, основанным на установлении функции и функционалов аналитического вида.

7. Предложена функционально-алгоритмическая структура синтеза системы управления биотехнологическим объектом, приведены результаты реализации алгоритмов оценки состояний технологических процессов и управления при аварийных (экстремальных) ситуациях на примерах биотехнологического производства.

8. Разработаны моделирующие алгоритмы и комплекс прикладных программ, которые использованы в реальных биотехнологических объектах. Совокупный годовой экономический эффект от реализации разработок по данным на 2008 г. составил 11362 тыс. сум.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Исмайылов А.Е., Сулайманов И.К., Ещанов М.А. Стохастическое прогнозирование состояния почвы // Вестник ККОАН РУз. – Нукус, 1990. - №1. - С.38-41.
2. Исмайылов А., Каракбаев З., Нышанбаева Ж. Применение марковских цепей в прогнозировании состояний почвы // Актуальные проблемы стратегии образования в XXI веке: Труды международной научн. конф. – Шымкент, 2002. – С.129-131.
3. Исмайылов А., Каракбаев З., Нышанбаева Ж. Алгоритм создания банка данных // Там же. - С.131 – 132.
4. Исмайылов А.Е., Жидебаева А.Н. Использование методов распознавания образов при прогнозировании состояния почв // Труды международной научно-практической конференции. Наука и образование на современном этапе: В 4 Т. – Шымкент, 2005. - Т.1.- С. 82–84.
5. Исмаилов М.А., Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Формулировка цели и постановка задач исследования для разработки интеллектуальной системы управления многоэтапными биотехнологическими процессами / Вопросы кибернетики. Сб. науч.тр. вып. 175. ИК АН РУз, – Ташкент, 2006. – С. 64-70.
6. Kaipbergenov B.T., Ismaiyllov A.E. Testing and improvement of a database and base of knowledge of an intellectual control system // Fourth World Conference on Intelligent system for Industrial Automation. WCIS-2006. B-Quadrat Verlag.- Tashkent, 2006, November 21–22. - P.125-129.
7. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Приобретение знаний для интеллектуальных систем управления биотехнологическими объектами // Совместный выпуск Узбекского журнала № 5 «Проблемы информатики и энергетики» и др. по материалам Республиканской научной конференции «Современное состояние и пути развития информационных технологий».- Ташкент, 2006. 11-13 октября 2006. С. 282-285.
8. Исмайылов А.Е. Разработка прикладных аспектов построения интеллектуальных систем управления производственными процессами // Наука и образование Южного Казахстана. – Шымкент, 2006. – № 10(59). – С.104-106.
9. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е., Фазылова М.М. Некоторые вопросы выбора модели представления знаний // Проблемы развития авиакосмической отрасли Республики Узбекистан: Материалы Республиканской научно–технической и производственной конференции. – Ташкент, 19-20 апреля 2007. - Ч.1. – С. 406–409.

10. Исмаилов М.А., Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Вопросы формирования основных подсистем интеллектуальной системы управления биотехнологическими процессами // Проблемы управления и информатики: Тез. Докл. II Международной конф. – Бишкек, 2007. – Кн.1. – С. 69-72.
11. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Выбор стратегии управления технологическим процессом с наилучшим гарантированным результатом // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2007. – №5. – С.76-80.
12. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Некоторые вопросы определения устойчивости технологических процессов // Научный журнал «Поиск» Министерства образования и науки Республики Казахстан. – Алматы, - 2008. - №1. -С.229–237.
13. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Разработка алгоритмов извлечения, обработки и представления качественной информации // Актуальные проблемы науки и образования в современных условиях: Труды Международной научной конференции. Шымкент, 2008. – Т.1. – С. 93 – 98.
14. Исмайылов А.Е. Функционально-алгоритмическая структура синтеза системы управления // Вестник Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева. – Алматы, 2008. - № 3(66). – С. 93-95.
15. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Разработка алгоритмов оптимизации биотехнологического производства с использованием принципа декомпозиции// Роль инновационных технологий в повышении качества педагогических кадров: Материалы международной научно-экспериментальной конференции. – Алматы: КазАкпарат, 2008. – С. 77-80.
16. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е., Фазылова М.М. Стратегия синтеза алгоритмов управления биотехнологическими процессами // Химическая технология. Контроль и управление.- Ташкент, 2008. – №3. – С.63-68.
17. Каипбергенов Б.Т. Исмайылов А.Е. Об одной задаче устойчивости многостадийных технологических процессов // Механика микронеординарных материалов и разрушение: Материалы V Всероссийской конференции Екатеринбург, 2008. – С.18-25.
18. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Об одной проблеме разработки и использования многоуровневых систем управления в производстве вин // Научный журнал «Поиск» Министерства образования и науки Республики Казахстан, Алматы, – 2009. – №1. – С. 159-164.
19. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Комплекс программных средств по моделированию, оптимизации и управлению процессами культивирования дрожжей // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01675. 19.01.2009 г.
20. Исмайылов А.Е., Жидебаева А.Н. Оценка состояния технологических процессов для принятия управленческих решений при критических ситуациях // Современные проблемы инновационных технологий в образовании и науке: Труды Международной научно-практической конференции. – Шымкент, 2009. – С.150-154.

21. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Исследование основных этапов развития ситуационного управления // Проблемы науки и образования в современных условиях: Труды IV Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию Южно-Казахстанского гуманитарного института им. М.Сапарбаева. – Шымкент, 2009. – Т.2. – С. 155-157.

22. Каипбергенов Б.Т., Исмайылов А.Е. Алгоритм оптимального управления технологическими процессами // Там же. – С. 158-160.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Исмайылов Аманкелди Есиркегеновичнинг 05.13.01 – тизимли таҳлил, бошқариш ва ахборотни қайта ишлаш ихтисослиги бўйича «Биотехнологик тизимларни экстремал ҳолатларда бошқариш алгоритмлари» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: биотехнологик тизим, экстремал ҳолат, ситуацион бошқарув, оптимал бошқарув, кафолатланган натижа, бошқарув тизими.

Тадқиқот объектлари: турли экстремал (ҳалокатли) ва унга яқин ҳолатлар кўплаб кузатиладиган ишлаб чиқаришнинг мураккаб объектлари.

Ишнинг мақсади: Ишлаб чиқариш объектларининг экстремал ҳолатларда фаолият самарадорлигини ва хавфсизлигини оширишга кўмаклашадиган бошқарув тизимининг татбиқий аспектларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот методлари: кўп сатҳли иерархик тизимларни тизимли таҳлил қилиш аппарати, математик моделлаштириш усуллари, ситуацион, мантиқий моделлаштириш усуллари, кафолатланган натижа, имитацион моделлаштириш, бошқарув тизимларини оптималлаштириш ва синтез қилиш тамойиллари.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: субстрат ўзгариш жараёнининг математик тавсифи тенгламалар тизими кўринишида шакллантирилган; кафолатланган энг яхши натижага эришиш учун объектни бошқаришнинг аналитик кўринишдаги функциялар ва функционалларни аниқлашга асосланган стратегиясини танлашнинг алгоритми ишлаб чиқилган; биотехнологик ишлаб чиқаришнинг муайян мисоллари орқали экстремал ҳолатларда технологик жараёнларнинг ҳолатини баҳолаш ва бошқаришнинг алгоритми яратилган.

Амалий аҳамияти: моделлаштириш масалаларини ечиш, бошқарув объекти кўрсаткичларини назорат қилиш ва баҳолаш имконини берадиган, турли ҳолатларда ишлаб чиқариш тизимининг мақсадли истеъфода қилинишини тиклашга йўналтирилган фаолиятини бошқаришни таъминловчи алгоритмлар ва дастурий воситалар мажмуаси ишлаб чиқилган.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Ишлаб чиқилган моделлаштирувчи алгоритмлар, дастурий воситалар мажмуалари, таклиф ва тавсиялар фармацевтика ва озиқ-овқат саноати корхоналарида жорий этилган. Умумий иқтисодий самара 2008 йилда 11 362 минг сўмни ташкил этди.

Кўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: Ишлаб чиқилган математик моделлар ва алгоритмлар халқ хўжалигининг турли соҳаларига тегишли, экстремал ва унга яқин ҳолатлар кўп учрайдиган ишлаб чиқариш корхоналарини оптимал бошқариш жараёнида фойдаланилиши мумкин.

РЕЗЮМЕ

диссертации Исмайылова Аманкелди Есиркегеновича на тему: «Алгоритмы управления биотехнологическими системами при экстремальных состояниях» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Ключевые слова: биотехнологическая система, экстремальные состояния, ситуационное управление, оптимальное управление, гарантированный результат, система управления.

Объекты исследования: сложные производственные объекты, имеющие множество различных экстремальных (аварийных) и предаварийных состояний.

Цель работы: разработка прикладных аспектов построения системы управления производственными объектами при экстремальных состояниях способствующих повышению эффективности и безопасности функционирования объекта управления.

Методы исследования: аппарат теории системного анализа иерархических многоуровневых систем, методы математического моделирования, методы ситуационного и логического моделирования, принципы получения гарантированного результата, имитационного моделирования, оптимизации и синтеза систем управления.

Полученные результаты и их новизна: формализовано математическое описание процесса трансформации субстрата в виде системы уравнений; разработан алгоритм выбора стратегии управления объектом с наилучшим гарантированным результатом, основанный на установлении функции и функционалов аналитического вида; разработан алгоритм оценки состояния технологических процессов и управления при экстремальных ситуациях на конкретных примерах биотехнологического производства.

Практическая значимость: разработан комплекс алгоритмов и программных средств, позволяющих решать задачи моделирования, контроля и оценки показателей объекта управления, обеспечивающих управление процессами функционирования для восстановления рациональной эксплуатации производственных систем при различных состояниях.

Степень внедрения и экономическая эффективность: разработанные моделирующие алгоритмы, комплексы программных средств, предложения и рекомендации нашли практическое применение на фармацевтическом и пищевых предприятиях. Совокупный экономический эффект на 2008 г. составил 11362 тыс. сум.

Область применения: разработанные математические модели и алгоритмы могут быть использованы в различных отраслях народного хозяйства при оптимальном управлении производственными объектами со множеством различных экстремальных (аварийных) и предаварийных состояний.

RESUME

Thesis of Ismayilov Amankeldi Esirkegenovich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy on technical sciences on specialty 05.13.01 – System analysis, management and information professions, subjects: "The control algorithms biotech systems under extreme conditions"

Key words: biotechnological system, extreme states, situational control, optimal control, guaranteed result, the control system.

Subjects of research: advanced manufacturing facilities, which have a variety of extremal (emergency) and pre-conditions.

Purpose of work: Development of applied aspects of building management system production facilities under extreme conditions, which will enhance the effectiveness and safety of the control object.

Methods of research : to solve the problems used the theory of system analysis, hierarchical multi-level systems, mathematical modeling methods, techniques and situations gravitational logic simulation, the principles of obtaining guaranteed-consistent results, simulation, optimization and synthesis of control systems.

The results obtained and their novelty: formalized mathematical description of the transformation process of the substrate in the form of equations, developed the algorithm of choice of strategy management of the facility with the best guaranteed result, based on the establishment of functions and functional analytical form, developed an algorithm for assessment of technological processes and management under extreme conditions specific examples of biotechnological production.

Practical value: Concluded the development of complex algorithms and software tools to solve the problem of modeling , monitoring and evaluating performance object management, providing process management function for recovery of rational exploitation operation of production systems in different states.

Degree of embed and economical effectivity: designed modeling algorithms, software package, Propositions and recommendations have been got practical applications in the pharmaceutical and food companies. The total economic effect was 11,362 sums (in 2008 y.).

Field of application: The mathematical model and algorithms can be used in various sectors of the economy for the optimal management of production facilities, which have many different extremal (emergency) and pre-conditions.