

**ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

Эшмурод Рахмонович Камолов

Старший преподаватель кафедры «Методика преподавания информатика»

Чирчикского государственного педагогического университета Тел.: +998901325895 e-mail: kamolov_eshmurod@mail.ru**Анотация**

В статье разработан алгоритмизация управления технологического процесса с учетом трудноформализуемой информации. При этом для снижения нечеткости в задаче принятия решений, решаем задачу группировки множества качественных параметров на конечное число групп, состоящих из сравнительно однородных в некотором смысле элементов. А также, при принятии решения необходимо учитывать качественную информацию и трудноформализуемые параметры при формировании управляющего воздействия.

Ключевые слова: принятия решения лицом, условия неопределенности исходной информации, нечеткой оценки, трудноформализуемой информации, функции принадлежности

Anotation

The article developed an algorithmization of technological process management taking into account difficult-to-form information. At the same time, to reduce fuzziness in the decision-making problem, we solve the problem of grouping the set of qualitative parameters into a finite number of groups consisting of elements that are relatively homogeneous in a sense. And also, when making a decision, it is necessary to take into account qualitative information and hard-to-form parameters in the formation of the control action.

Keywords: decision-making by a person, conditions of uncertainty of initial information, fuzzy estimates, hard-formalized information, membership functions.

Исследования, разработка и практическая реализация современных систем управления (СУ) - один из компонентов современного научно-технического прогресса. Ввиду появления новых крупнотоннажных производств с применением современной техники и технологии при синтезе СУ необходимо учитывать различные особенности объекта управления и представить его как сложную систему.

Современное понимание эффективности СУ биотехнологических систем (БТС) включает в себя не только количественные, но и качественные показатели. Поэтому учет такого аспекта как формализация качественной информации при синтезе СУ способствуют развитию теории оптимального управления, методов математического моделирования и исследования качества функционирования при создании эффективных СУ.

При этом задача оптимизации связана с выбором значений параметров, обеспечивающих максимизацию выхода целевого продукта т.е. каолина с учетом количественных и качественных характеристик объекта.

При управлении сложными объектами, каким является биотехнолого-гический процесс обогащения каолина, процедура принятия решения лицом, принимающим решение (ЛПР), является центральной на всех уровнях приема и переработки информации. При этом условия принятия решения во многом зависят от степени неопределенности.

Цель ЛПР в системе управления в процессе решения задачи оптимизации свести неопределенность к минимуму, что обеспечит наиболее эффективное функционирование системы.

Как уже отмечалось, любая качественная характеристика или их множество при восприятии человеком подвергаются смысловой оценке в форме значения лингвистической переменной. Это справедливо для любого субъекта, когда кроме формализованных выражений рассматривается конкретное содержание. В рассматриваемом случае таким "конкретным содержанием" является наличие цели функционирования объекта.

Например, лингвистическая переменная (ЛП) "СОСТОЯНИЕ" может принимать три основные значения в представлении ЛПР: "НОРМАЛЬНОЕ", "ПРЕДКРИТИЧЕСКОЕ", "КРИТИЧЕСКОЕ". Такое деление вполне соответствует логике мышления ЛПР, так как при управлении его основные функции:

- а) осуществлять наблюдение за процессом, если он находится в некоторой допустимой (с точки зрения ЛПР) области;
- б) провести подготовку к вмешательству, если тенденция развития процесса изменилась в нежелательную сторону;
- в) правильно определить момент необходимого вмешательства и осуществить соответствующее регулирующее воздействие.

Каждое из трех значений ЛП "СОСТОЯНИЕ" является предпосылкой для выполнения соответствующих функций.

При оценке ситуации возможны два случая:

- 1) ЛПР относит ситуацию к определенному значению ЛП с определенной степенью принадлежности;
- 2) ситуация может быть отнесена к двум и более смысловым оценкам одновременно, ввиду своей неопределенности, порождаемой нечеткостью представлений объекта управления.

При этом для описания нечеткой оценки на формализованном языке как функции численных параметров объекта управления, используем функции принадлежности

Проанализируем формулировку задачи оптимального управления процесса с учетом трудноформализуемой информации и опишем основные процедуры, которые необходимо выполнить на ЭВМ [1].

Математическая формулировка задачи оптимального управления процессами заключается в следующем. Допустим, что технологический комплекс, описывается уравнением $\ddot{Y} = \ddot{F}(\ddot{X}_1 \ddot{U})$, требуется перевести его из начального или текущего состояния X_{ij}^T в

оптимальное состояние X_{ij}^{OPT} используя такой допустимый вектор управления так, $U(X_{ij})$ чтобы функционал, заданный выражением (R), был максимален. При этом значения трудноформа-лизуемых параметров находятся в определенных пределах, тогда процесс принятия решений сводится в неопределенную ситуацию к некоторой детерминированной ситуации, выбирается окончательное, наиболее предпочтительное решение, представляя этот процесс в виде многошаговой процедуры последовательного устранения нечеткостей различного рода.

Для снижения нечеткости в задаче принятия решений, направленных по оптимальному управлению БТС, решаем задачу группировки множества качественных параметров в заданном пространстве признаков на конечное число групп, состоящих из сравнительно однородных в некотором смысле элементов [2, 3].

Алгоритм оптимального управления технологического процесса биотехнологической системы с учетом трудноформализуемой информации протекает следующим образом.

- 1 - Начало;
- 2 – Определение трудноформализуемых параметров;
- 3 - определяются текущие значения (X^T, Y^T) и путем решения оптимизационной задачи находится оптимальное значение (X_i^{OPT}, Y_j^{OPT}) параметров;
- 4 - присвоение признаку N значения N_{ij} - количество трудноформа-лизуемых параметров;
- 5 - присвоение номеру параметра начального значения $l=1$;
- 6 - установление соответствия параметров

$$\tilde{x}_i^T \leq x_i^T \leq \tilde{x}_i^T \quad \tilde{Y}_i^T \leq Y_i^T \leq \tilde{Y}_i^T$$

где $\tilde{X}_i^T, \tilde{X}_i^T$ - нижние и верхние пределы изменения входных и управляющих параметров;

$\tilde{Y}_i^T, \tilde{Y}_i^T$ - нижние и верхние пределы изменения выходных параметров.

- 7 - проверка завершения числа контролируемых параметров $i \geq N$;
- 8 - изменение числа контролируемого параметра $l=l+1$;
- 9 - выход из алгоритма трудноформулируемых параметров. Производится по завершению проверки всех параметров, характеризующих объект в данном состоянии.

При выполнении неравенства соответствия параметров в 6 переходим к следующему блоку.

10 - в случае $(Y_i^{OPT} - Y_j^T) \leq 0$ принимается $X_i^T = X_i^{OPT}$ и управление по i -му каналу не меняется ($0 \leq \delta$ - заданная точность модели);

11 - при $(Y_i^{OPT} - Y_j^T) \leq \delta$ рассматриваются такие условия:

а) когда $(X_i^{OPT} - X_i^T) \leq \varepsilon_i$, то для тех X_i^T , которые подчиняются этому неравенству, управляющие воздействия не меняются и происходит качественный анализ процесса. Для этого сначала определяются параметры, действующие на качество процесса, формируется словарь терминов, использующие для описания поведения фиксированного параметра, выбирается функция принадлежности $\mu^*(X)$ в аналитическом или графическом виде. Если

имеются нечеткие отношения между параметрами, тогда вычисляются нечеткие бинарные отношения $B_{ij}(i, j = 1, \bar{N})$ которыми формализована связь между параметрами. Для вычисления используются операции декартова произведения и объединения нечетких множеств

$$B_{ij} = \bigcup_i (M_i M_j)$$

где M_i, M_j - нечеткие множества, которыми формализованы термины для параметров;

б) если $(X_i^{\text{ОПТ}} - X_i^T) \leq \varepsilon_i$ или $\|X_i^{\text{ОПТ}} - X_i^T\| =_{\Delta} X_i > \varepsilon_i$, то выдается управляющая команда на регулирующие органы по i -му каналу минимизации X_i (ε_i - степень Δ удовлетворительности параметров);

12 - выбираются управляющие воздействия $\bigcup(X_i)$ ведущие к минимизации X_i .

Если $\tilde{x}_i^T \leq x_i^T \leq \tilde{x}_i^{\Delta}$ тогда можно написать

$$U(\tilde{x}_i^T) \leq U(x_i^T) \leq U(\tilde{x}_i^{\Delta})$$

Для любого значения напомним формулу однозначного управления в виде

$$U(x_i^T) = U(\tilde{x}_i^{\Delta}) x_i / \tilde{x}_i^{\Delta}$$

На основе этого получается управляющее воздействие, минимизирующее ΔX_i :

$$U(\Delta X_i) = U(\tilde{X}_i) \Delta X_i / \tilde{X}_i \quad (1)$$

Тогда используем следующие свойства управления:

$$U(X_i' + X_i'') = U(X_i') + U(X_i'')$$

запишем, что

$$U(X_i^{\text{ОПТ}}) = U(X_i' + X_i'') = U(X_i') + \text{sign} U(\Delta X_i'')$$

(2)

Подставляя найденные значения $U(\Delta X_i)$ из (1) в (2), определим величины управляющего воздействия, ведущего к оптимальному состоянию.

Тогда величина управляющего воздействия вычисляется по формуле:

$$U(X_i^{\text{ОПТ}}) = \frac{U(\tilde{X}_i) X_i^T}{\tilde{X}_i} + \text{sign} \left(\frac{U(\tilde{X}_i) (X_i^{\text{ОПТ}} - X_i^T)}{\tilde{X}_i} \right) \quad (3)$$

Таким образом, выбор управляющего воздействия U зависит от желаемого состояния процесса. Следовательно, для принятия решения необходимо учитывать качественную информацию и трудноформализуемые параметры при формировании управляющего

воздействия. Отметим, что неопределенность информации должна учитываться и при синтезе СУ БТС так как исходная формулировка задачи управления при этом остается неизменной. Тогда синтезированная схема будет удовлетворять всем остальным требованиям условий неопределенности. Из выше изложенных можно сказать, что разработанная нами алгоритм работоспособна.

Список использованной литературы:

1. Автоматизированное проектирование систем управления. Под. ред. М. Джамшиди., Ч. Дж. Хергета. М., Машиностроение. 1989. 344с.
2. Азбель Д.С. и др. Гидродинамические диффузионные аспекты биосинтеза. Инженерные проблемы микробиологического синтеза. М., 1969. С. 39-44.
3. Анисимов С.А., Дынкин В.Н., Касовин А.Д. и др. Основы управления технологическими процессами. Под ред. Н.С. Райбмана. М., Наука, 1978, 440с.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. Под ред. Д.А.Поспелова. М.:Наука,1986. 312с.
5. Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Резниченко Т.Ю. Кинетика биологических процессов. Изд. МГУ, М., 1977, 328с.
6. Развитие техники и технологии открытой угледобычи. Щадов М.И., Винницкий К.Е. Недр, 1987, 235с. 10 Камолов Э.Р. Математическая модель технологического процесса обогащения каолина. Молодой ученый. № 27(161). С.3-7.2017г
7. Камолов Э.Р. Основные виды и типы неопределенности информации, характерные для сложных биотехнологических систем. Молодой ученый. № 27(161). С.33-37. 2017г
8. Камолов Э.Р. "Нечеткое моделирование процесса получения обогащенного каолина. ", Научный журнал "Интернаука", Москва, 2019 г, №11(93).
9. Камолов Э.Р. Методика идентификации математической модели. Международный научный журнал, № 3 (79), 2020.
10. Камолов Э.Р. Ноаниқ параметрли биотехнологик тизимларда қарор қабул қилишнинг муносабатлар модели. журнал "Проблема информатики и энергетики", 2019 №3, 41-48ст.