

УДК 51-7:612.16

Аббаскулиев Айдын Сахим оглы

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Приборостроительная инженерия
Азербайджанский Государственный
Университет Нефти и Промышленности

Меджидова Севиндж Агаверди кызы

ассистент кафедры Приборостроительная инженерия
Азербайджанский Государственный
Университет Нефти и Промышленности

Abbasguliev A.S.

Candidate of technical sciences,
associate professor of the department at
Instrument Making Engineering ASOIU

Medzhidova S.A.

Assistant of the department at IME ASOIU

ОПТИМАЛЬНЫЕ БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

OPTIMAL BIOTECHNICAL SYSTEMS

Аннотация: Статья посвящена исследованию оптимальных биотехнических систем. Рассмотрена задача оценки степени объективности выбранного метода исследования применительно к биообъекту. С этой целью предлагается использовать метод оптимального управления. После того как будут параметры биотехнической системы, определяется самое эффективное управление, максимизирующее критерии оптимальности. В зависимости от природы допустимого множества решается конкретная задача математического программирования. Проводится анализ полученных результатов.

Ключевые слова : Биообъект; биотехническая система; оптимальная система; оптимальное управление.

Summary: The article is dedicated to the research of biotechnical systems. The selected method of study takes into consideration in what extend the viewed bio objects being objectively evaluated. It is proposed to use optimal control method for this purpose. Once the parameters of biotechnical system are determined, the most effective control is being ensured which maximizes optimization criteria. Depending on the nature of admissible multitude the problems of mathematical programming are being solved. The results of findings are being analysed.

Keywords: bio-objects; biotechnical system; optimal system; optimal control.

Введение. Биотехническая система – это совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых биологических и технических систем или объектов.

Сложность современных биотехнических систем и технология производства требует особого подхода к проектированию и управлению таких систем. Потому что в сложных биотехнических системах надо эффективно выбрать характеристики. Выполнять это требование с помощью обычными методами не всегда возможно. Создание биотехнической системы с самыми наилучшими характеристиками и их применение в настоящее время является одним из важных задач.

Биотехническая система управления — это систематизированный (строго определённый) набор средств сбора сведений о подконтрольном объекте и средств воздействия на его поведение, предназначенный для достижения определённых целей. Объектом биотехнической системы управления являются как технические объекты, так и люди. Объект биотехнической системы управления состоять из объектов, которые могут иметь постоянную структуру взаимосвязей.

Каждая биотехническая система характеризуется определенным, а иногда несколькими показателями качества. Эти показатели зависят от разных признаков. Влияющие на биотехнические системы показатели могут создать эффективное множество. В этом случае показатели качества получают выгодные оценки. Математически это означает что, надо найти экстремум функции или функционала выражающиеся показателя качества.

Если некоторые множество значений события присваивает качественным показателям биотехнической системы значению максимум или минимум, то такая система называется оптимальная биотехническая система. Важным классом для оптимальных биотехнических систем является оптимальные биотехнические системы управления. Создание таких биотехнических систем основано на теории оптимального управления – являющиеся важной областью математической кибернетики.

Постановка задачи. Ставится задача определения наилучших, в некотором смысле, структуры или значений параметров биотехнической системы. Рассматривается два типа задачи оптимизации. Если рассматривается задачи оптимизации расчёта оптимальных значений параметров при заданной структуре объекта, то решается задачи параметрической оптимизацией. Если рассматривается задачи выбора оптимальной структуры, то решается задачи структурной оптимизацией.

Поставленная задача оптимизации математически формулируется таким образом. Среди элементов, образующих множества, найти такой элемент x^* , который доставляет минимальное значение заданной функции. Для того, чтобы корректно поставить задачу оптимизации, необходимо задать:

1. Допустимое множество $X \subset R^n$;
2. Целевую функцию — отображение $f : X \rightarrow R$;
3. Критерий поиска (max или min).

Тогда надо решить задачу

$$f(x) \rightarrow \min$$

$$x \in X.$$

Это означает одно из:

1. Показать, что $X = \emptyset$.
2. Показать, что целевая функция $f(x)$ не ограничена снизу.
3. Найти $x^* \in X : f(x^*) = \min_{x \in X} (f(x))$.
4. Если не существует x^* , то найти $\inf_{x \in X} (f(x))$.

Если минимизируемая функция не является выпуклой, то ограничиваемся поиском локальных минимумов и максимумов точек $x(0)$ таких, что всюду в некоторой их окрестности $f(x) \geq f(x(0))$ для минимума и $f(x) \leq f(x(0))$ для максимума.

Если допустимое множество $X = R^n$, то решаем задачу безусловной оптимизации, в противном случае — задачу условной оптимизации.

Основной сущностью теорию оптимального управления является исследование задачи биоуправления — целью которого является определения экстремума (максимум или минимум) качественного показателя биотехнической системы.

Поставленная общая задача решается со следующей последовательностью. Сначала выбирается цель управления. На основе этого выбора определяется состояние биотехнической системы. По мере продолжение времени определяются показатели влияющие на состояние биотехнической системы. После этого выбирается самый выгодный закон управления в конкретной обстановке.

Следующий этап — это исполнение задачи найденного управления.

Завершающим этапом решения поставленной задачи является выбор биотехнических средств.

Как видно сначала надо определить цель управления. Другими словами выбирается функционал — критерия оптимальности. Здесь определяется постановка задачи на основе физической сущности задачи и делается переход от технического описание к математическому. Это

возможно оцениванием существующей ситуации. Процесс требует описание адекватной модели. Ясно что этот модель достаточно точно должен выразить связь между биопеременными (давление, температура, пульс) биотехнической системы.

Методы решения.Общая запись задач оптимизации задаёт большое разнообразие их классов. От класса задачи зависит подбор метода, т.е. эффективность её решения. Классификацию задач определяют: целевая функция и допустимая область. Допустимая область задаётся системой неравенств и равенств или более сложным алгоритмом. [2]

Выбор метода оптимизации нами производится в соответствии с задачами оптимизации:

Локальные методы: сходятся к какому-нибудь локальному экстремуму целевой функции. В случае унимодальной целевой функции, этот экстремум единственен, и будет глобальным максимумом или минимумом.

Глобальные методы: имеем дело с многоэкстремальными целевыми функциями. При глобальном поиске основной задачей является выявление тенденций глобального поведения целевой функции.

Существующие в настоящее время методы поиска можно разбить на три большие группы:

1. детерминированные;
2. стохастические;
3. комбинированные.

По критерию размерности допустимого множества, методы оптимизации делят на методы одномерной оптимизации и методы многомерной оптимизации.

По виду целевой функции и допустимого множества, задачи оптимизации и методы их решения можно разделить на следующие классы:

Задачи оптимизации, в которых целевая функция $f(x)$ являются линейными функциями, разрешаются так называемыми методами линейного программирования.

В противном случае имеем дело с задачей нелинейного программирования и применяем соответствующие методы. В свою очередь из них выделяем две частные задачи:

если $f(x)$ — выпуклые функции, то решаем задачу выпуклого программирования;

если $X \subset Z$, то имеем дело с задачей целочисленного программирования.

По требованиям к гладкости и наличию у целевой функции частных производных, их также можно разделить на:

- прямые методы – вычисляем целевой функции в точках приближений;
- методы первого порядка - вычисляем первых частных производных функции;
- методы второго порядка - вычисляем вторых частных производных, то есть гессиана целевой функции. Гессиан функции — это симметрическая квадратичная форма, описывающая поведение функции во втором порядке.

Помимо того, также использовали следующие оптимизационные методы :

- аналитические методы ;
- численные методы;
- графические методы.

В зависимости от природы множества X решаем конкретную задачу математического программирования :

- если X конечно или счётно, то решаем задачу дискретного программирования или комбинаторной оптимизации ;

- если X является подмножеством множества целых чисел, то решаем задачу целочисленного программирования;
- если ограничения или целевая функция содержат нелинейные функции и X является подмножеством конечномерного векторного пространства, то решаем задачу нелинейного программирования;
- если все ограничения и целевая функция содержат лишь линейные функции, то решаем задачу линейного программирования.

Кроме того, для поставленной задачи планируем применять другие методы математического программирования:

- параметрическое программирование,
- динамическое программирование,
- стохастическое программирование.

Способ нахождения экстремума полностью определяется классом задачи. Но перед тем, как получить математическую модель, нами выполнена четыре этапа моделирования:

Этап 1. Определение границ системы оптимизации.

Отбрасывали те связи объекта оптимизации с внешним миром, которые не могут сильно повлиять на результат оптимизации, а, точнее, те, без которых решение упрощается;

Этап 2. Выбор управляемых переменных.

«Замораживали» значения неуправляемых переменных. Управляемым переменным оставляем принимать любые значения из области допустимых решений;

Этап 3. Определение ограничений на управляемые переменные.

Ограничения будут в виде равенства и/или неравенства;

Этап 4. Выбор числового критерия оптимизации.

Создаём целевую функцию. Числовым критерием оптимизации для нашей задачи является показатель эффективности.

Полученные результаты апробированы на примере «пульсовая аналитическая система».

Выводы: Оптимальный объект биотехнической системы управления должен состоять из объектов, которые могут иметь постоянную структуру взаимосвязей.

Если известны параметры биотехнической системы, то можно определить самое эффективное управление, максимизирующее критерии оптимальности.

В зависимости от природы допустимого множества надо решать конкретную задачу математического программирования.

Для биотехнических систем способ нахождения экстремума полностью определяется классом задачи.

Литература

1. R.Ə.Əliyev, R.R.Əliyev. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi. Ali məktəblər üçün dərslik. Bakı: Çaşıoğlu, 2007.-640 səh.
2. Карманов В. Г. Математическое программирование. — Изд-во физ.-мат. литературы, 2004.
3. Аббаскулиев А.С., К.Ш.Исмайлова. Применение fuzzy математики к анализу электромиографических сигналов.- Баку, Известия национальной академии наук Азербайджана, № 3, 2011.