распада// Успехи современного естествознания. 2007, № 8. С. 49

3. Гурвич Л.В., Карачевцев Г.В., Кондратьев В.Н. и др. Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону.- М.: Наука, 1974. 351с.

4. Веденеев В.И., Кибкало А.А. Константы скорости газофазных мономолекулярных реакций.- М.: Наука, 1972. 164 с.

## ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ

Зюзина Н.Ю.
*АПИ (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева*
*Арзамас, Россия*

Рассмотрим дискретно – импульсную систему управления, математическая модель которой описывается семейством уравнений

$$\overline{\mathbf{x}_{n+1}} = \mathbf{A}(r_n)\mathbf{x}_n + \mathbf{B}(r_n)\mathbf{u}_n, \quad r_n = i,$$
$$\mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{\Phi}_{ij}\,\overline{\mathbf{x}_{n+1}}, \tag{1}$$

где $\mathbf{x}_n$ – $n$-мерный вектор состояния объекта; $\mathbf{u}_n$ – $k$-мерный вектор управления; $\mathbf{y}_n$ – $s$-мерный вектор выхода объекта; $r_n$ – однородное дискретное состояние цепи Маркова, описывающее процесс смены режима объекта на множестве $H = \{1,2,\dots,\nu\}$ и матрицей вероятностей перехода $\mathbf{P} = [P_{ij}]_1^{\nu}$ от режима $r_n = i$ до режима $r_{n+1} = j$. Матрицы $\mathbf{A}_i, \mathbf{B}_i \quad (i \in \mathrm{N})$ – известные матрицы соответствующих размеров. $\mathbf{\Phi}_{ij}$ $(i, j \in \mathrm{N})$ – $n \times n$ постоянная матрица, такая, что $\mathbf{\Phi}_{ii} = \mathbf{I}$; эти матрица описывает импульсное изменение вектора состояния объекта управления в момент смены режима $r_n = i$ на $r_{n+1} = j$.

Будем предполагать, что вектор выхода $\mathbf{y}_n$ и процесс смены режима $r_n$ доступны наблюдению.

Рассмотрим линейное управление со статической обратной связью по выходу объекта, синхронно переключаемой со сменой режима:

$$\mathbf{u}_n = -\mathbf{K}(i)\mathbf{y}_n \text{ если } r_n = i \tag{2}$$

такое, что для каждого фиксированного $i \in N$ выражение (2) стабилизирует управление для детерминированной системы

$$\overline{\mathbf{x}_{n+1}} = \mathbf{A}(i)\mathbf{x}_n + \mathbf{B}(i)\mathbf{u}_n,$$

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{C}(i)\mathbf{x}_n,$$

или, другими словами, такое, что матрица

$$\mathbf{A}_C(i) = \mathbf{A}(i) - \mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)\mathbf{C}(i) \qquad (i \in \mathbf{N}) \tag{3}$$

является матрицей, собственные значения которой лежат в левой полуплоскости.

Матрица $\mathbf{K}(i)$ может быть получена при помощи известных методов решения проблем управления с детерминированной статической обратной связью по выходу.

Получим условия, которым должны удовлетворять управление (2), чтобы обеспечить стабилизацию в среднем квадратическом системы (1). Такое управление назовем робастным стабилизирующим.

Условия существования стабилизирующего управления с обратной связью по состоянию, т. е. такого управления (2) при котором определить единственное стационарное распределение Марковской цепи $\mathrm{z}_n = [\mathrm{x}_n^{\mathrm{T}} r_n]^{\mathrm{T}}$ в пространстве $\mathrm{IR}^{\mathrm{n}} \times N$, относительно которого существует момент второго порядка можно определить теоремой.

**Теорема. 1.** *Пусть матрица* $\mathbf{M}(i) = \mathbf{M}^{\mathrm{T}}(i)$ – *положительно полуопределенная матрица, а матрица* $\mathbf{Q}(i) = \mathbf{Q}^{\mathrm{T}}(i)$ – *положительно определена и* $\mathbf{Q}(i) + \mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i) > 0$. *Тогда, если положительно определенная матрица* $\mathbf{H}(i)$ $i \in \mathrm{N}$ *удовлетворяет уравнению*

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}(i)-\mathbf{A}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)-\mathbf{K}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}(i)+$$

$$\mathbf{K}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)-\mathbf{H}(i)+\mathbf{M}(i)+\mathbf{K}^{\mathrm{T}}(i)\,\mathbf{Q}(i)\mathbf{K}(i)=0$$

*где* $\mathbf{S}(i)=\sum_{j=1}^{v}\mathbf{\Phi}_{ij}^{\mathrm{T}}\,\mathrm{H}(j)\,\mathrm{P}_{ij}\mathbf{\Phi}_{ij}=\mathbf{S}^{\mathrm{T}}(i)$*, то линейное управление со статической обратной связью по выходу объекта* (2)*, определяемое формулой*

$$\mathbf{K}(i)=\left[\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)\right]^{-1}\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}(i),$$

*является робастным стабилизирующим управлением в среднем квадратическом.*

Стабилизация в среднем квадратическом является основной проблемой данной работы. Рассмотрим дополнительно следующую теорему, использующую условия стабилизации системы (1) в среднем квадратическом.

**Теорема 2.** *Если система* (1) *стабилизируема в среднем квадратическом, то найдутся такие матрицы* $\mathbf{K}(1),\mathbf{K}(2),\mathbf{K}(3),\ldots,\mathbf{K}(N)$ *и* $\mathbf{H}(1),\mathbf{H}(2),\mathbf{H}(3),\ldots,\mathbf{H}(N)>0$*, что для них выполнено неравенство*

$$\left[\mathbf{A}(i)-\mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)\mathbf{C}(i)\right]^{\mathrm{T}}\mathbf{S}(i)\left[\mathbf{A}(i)-\mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)\mathbf{C}(i)\right]-\mathbf{H}(i)\le 0.$$

Обозначим

$$\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(1),\ldots,\mathbf{H}(N)\right)\equiv\mathbf{A}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}(i)-\mathbf{H}(i)+\mathbf{M}(i)-$$

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)\left(\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)\right)^{-1}\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}(i),$$

где $\mathbf{M}(i)=\mathbf{M}^{\mathrm{T}}(i)\ge 0,\quad \mathbf{Q}(i)=\mathbf{Q}^{\mathrm{T}}(i)>0$ и $\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0$.

Тогда для данных систем можно получить следующие теоремы:

**Теорема 3.** *Если* $\mathbf{H}(i)$ – *решение уравнения* $\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)=0$*, а* $\overline{\mathbf{H}}(i)$ – *решение неравенства* $\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)\ge 0$ *при условии, что* $\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0$*, то* $\mathbf{H}(i)\ge\overline{\mathbf{H}}(i)$.

Рассмотрим множества

$\Re=\left\{\mathbf{H}(i)\in S^{N}\,/\,\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)=0,\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0\right\}$ – множество решений уравнения $\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)=0$ и

$\overline{\Re}=\left\{\mathbf{H}(i)\in S^{N}\,/\,\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)\ge 0,\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0\right\}$ – множество решений неравенства $\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)\ge 0$.

**Теорема 4.** *Множество*

$$\Re=\left\{\mathbf{H}(i)\in S^{N}\,/\,\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)=0,\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0\right\}$$

*не пусто, если не пусто множество*

$$\overline{\Re}=\left\{\mathbf{H}(i)\in S^{N}\,/\,\mathbf{R}_{\mathbf{i}}\left(\mathbf{H}(i)\right)\ge 0,\mathbf{Q}(i)+\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{B}(i)>0\right\}$$

*и решение* $\mathbf{H}^{*}(i)=\max_{i}\mathbf{H}(i)$ *также принадлежит множеству* $\Re$.

**Вывод**

Для линейной дискретной системы случайной структуры со скачкообразным изменением вектора состояния объекта в момент смены режима получены условие, когда линейное управление со статической обратной связью по выходу объекта, является робастным стабилизирующим управлением по отношению по норме неопределенностям, удовлетворяющим условию (2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Pakshin P.V. Robust output feedback of nonlinear systems with random jumps // Proceedings of the 15th World Congress of IFAC. Barcelona. 2002. (CD ROM).

2. De Souza C.E. and Fragoso M.D. $H_\infty$ control for linear systems with Markovian jump parameters // Control-Theory and Advanced Technology. 1993. V.9. P. 457-466.

3. Boyd S., El Ghaoui L., Feron E. and Balakrishnan V. Linear matrix inequalities in control and system theory. Philadelphia.: SIAM, 1994.

4. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002.

## НОВАЯ ФОТОИНДУЦИРОВАННАЯ ЗАЩИТНАЯ СИСТЕМА

Пинняскина Е.В.
*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН*
*Махачкала, Россия*

Нами получены новые данные, впервые демонстрирующие активность длинноволнового видимого света в защитных фотобиологических эффектах, позволяющих констатировать существование неизвестной ранее фотоиндуцибельной защитной системы, обеспечивающей повышенную устойчивость клеток при летальном действии оптического излучения экологического диапазона длин волн.

Выявлена эффективность длинноволнового видимого света с максимумом в спектре действия при 680 нм в фотовосстановлении дрожжевых клеток, инактивированных оптическим излучением СУФ-, ДУФ- и видимого диапазонов спектра Обнаружение эффектов фотовосстановления при инактивирующих воздействиях ДУФ- и видимого света является первым указанием на возможность фоторепарации повреждений, образующихся по фотодинамическому механизму в генетическом аппарате и мембранных структурах клетки с участием эндогенных фотосенсибилизаторов.

Установлен общий характер закономерностей проявления обнаруженных эффектов, что свидетельствует о функционировании в дрожжевых клетках единой фотоиндуцибельной защитной системы, не специфичной в отношении природы летальных фотоповреждений.

Существование этой защитной системы недавно обнаружено и у клеток млекопитающих (клеточные штаммы клеток *НеЬа*, происходящие из злокачественной опухоли человека и клетки китайского хомячка В2о-и-РАР28 (клон 237)). Исходя из экспериментальных данных, можно предположить наличие специфической защитной фотоиндуцибельной системы как у простейших организмов с, так и у многоклеточных.

Полученные данные расширяют существующие представления о клеточных защитных системах, направленных на повышение жизнеспособности клеток при инактивирующих воздействиях света. Открываются перспективы для разработки новых подходов к решению важной в практическом отношении проблемы защиты живых организмов от деструктивного (в том числе канцерогенного) действия солнечного излучения.

## МУЛЬТИФОКАЛЬНЫЕ ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ - КАЧЕСТВО ВИДЕНИЯ

Чередник В.И., Треушников В.М.*
*Нижегородский государственный университет,*
**Научно-производственное предприятие “Репер-НН”*
*Нижний Новгород, Россия*

Создание интраокулярных линз (ИОЛ), которые позволяли бы видеть пациенту без дополнительной коррекции зрения (без очков) одинаково хорошо как вдали, так и вблизи, является одной из главных целей сегодня всех ведущих производителей искусственных хрусталиков глаза. В случае естественного хрусталика данная задача решена за счет способности к изменению кривизны его оптических поверхностей, определяющих оптическую силу линзы (аккомодация). ИОЛ с такими свойствами пока еще не созданы. Для решения поставленной задачи многие производители ИОЛ предлагают так называемые псевдо-аккомодирующие линзы, которые в отличие от обычных монофокальных ИОЛ могут иметь не один фокус, а два и более. Такого типа ИОЛ часто также называют би- и мультифокальными линзами.

Мультифокальные линзы могут быть как рефракционными, так и дифракционно-рефракционными. В первом случае мультифокальность обеспечивается за счет радиальной зависимости преломляющей силы линзы (за счет изменения кривизны или коэффициента преломления). Во втором случае используется свойство самого явления дифракции давать несколько дифракционных максимумов.

В любом случае при наличии двух и более фокусов световой поток разделяется на несколько частей и, следовательно, имеет место уменьшение энергии светового потока, участвующего в формировании изображения, по сравнению с естественным хрусталиком, который фокусирует всю энергию всегда в одном месте. Известно, что фоторецепторы сетчатки человеческого глаза способны адаптироваться к изменениям освещенности в диапазоне от $10^{-6}$ до $10^{5}$ лк. На фоне такого широкого диапазона изменение интенсивности светового потока в разы вряд ли может представлять серьезную проблему для адаптационных способностей глаза.

Более существенным является то обстоятельство, что мультифокальный хрусталик может обеспечивать резкое изображение объектов, расположенных только на определенных фиксированных расстояниях. Например, бифокальный хрусталик конструируется обычно таким обра-