Материалы конференции
«Технические науки и современное производство»
ФРАНЦИЯ (Париж) 18-25 октября 2014 г.

Физико-математические науки

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ОТКРЫТЫХ ВОПРОСОВ СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Фетисов В.Г., Фетисов И.В., Панина И.И.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, Шахты, ООО «Пневмакс», Москва, e-mail: fetisov_vg@sssu.ru

Как известно, изучение общей проблемы синтеза нелинейных динамических систем в ряде ситуаций существенно упрощается, если их рассматривать с позиций операторного подхода, и попадающих в общую схему так называемых Н-операторов, действующих в пространствах сигналов. Модельными примерами могут служить нелинейные многомерные системы обработки информации, содержащие интегральные операторы Гаммерштейна, Урысона, интегростепенные ряды Вольтерра-Пикара[1].

Качественные методы решения задач синтеза этих систем приводят к нелокальной разрешимости соответствующих операторных уравнений в исходных функциональных пространствах как внешней среды.

Задача синтеза сводится к формированию оптимальных программных и стабилизирующих управлений, построению алгоритмов обработки входных наблюдений и структурных схем оптимальных приемников, линейных и нелинейных фильтров, обнаружителей сигналов в рамках заданных критериев качества при наличии возмущений различной природы.

Существенным фактором при синтезе любой системы автоматического регулирования и управления является чувствительность системы к изменениям ее параметров. Одними из наиболее ранних работ по чувствительности систем с обратной связью явились работы Г. Боде и Дж. Траксела [2, 3].

Ими было показано, что синтез нелинейной системы, как правило, представляет собой некорректную задачу в заданной паре линейных топологических пространств из-за нарушения порога чувствительности и больших значений числа обусловленности в структуре динамической матрицы системы с заданными собственными свойствами [4].

Представляет большой интерес решение следующих задач, связанных с синтезом нелинейных динамических систем:

Задача А. Построить по заданному уравнению (системе уравнений) такое пространство, которое сводило бы качественную картину исходного процесса к такой, в которой оператор задачи обладал бы нужными для исследователя свойствами: являлся непрерывным, компактным, сжимающим, вполне непрерывным, дифференцируемым и так далее.

Задача В. Найти интегральное или псевдоинтегральное представление Н-оператора в заданной паре локально невыпуклых топологических пространств.

Задача С. Проинтерполировать хотя бы некоторые из свойств нелинейного Н-оператора для локально невыпуклых топологий.

Задача D. Использовать качественные (в частности, топологические) методы современного нелинейного функционального анализа при решении операторных уравнений и их систем, с входящими в них Н-операторами.

Задача Е. Детально исследовать структуру и геометрию L-характеристики нелинейного Н-оператора в паре локально ограниченных функциональных пространств.

В частности, к настоящему времени есть некоторое продвижение результата М. Рисса об интерполяции линейного оператора в случае нормированных и локально выпуклых пространств в работах И Шапиро, А. Дейч, П. Жирарде, А. Фавини, П. Крэ, В.А. Винокурова, однако для пространств, не являющихся локально выпуклыми, вопрос остается открытым.

Становление и развитие данной тематики было связано как с отечественными школами функционального анализа: санкт-петербургской (А.В. Бухвалов, Г.Я Лозановский и др.), московской (О.В. Бесов, В.И. Буренков, М.Л. Гольдман и др.), новосибирской (А.Г. Кусраев, С.С. Кутателадзе и др.), воронежской (М.А. Красносельский, С.Г. Крейн, Е.М. Семенов и др.), ростовской (Ю.Ф. Коробейник, М.М. Драгилев, С.Г. Самко, В.П. Захарюта), так и с зарубежными школами: голландской (В.А. Люксембург, А. Шепп, А.С. Заанен и др.), польской (В. Орлич, Ю. Муселяк и др.), германской (Х.Й. Трибель, Ю. Аппель и др.).

Первому автору настоящего доклада принадлежат результаты об интерполяции линейных мажорируемых операторов в модулярных (в общем случае небанаховых) пространствах Орлича аналитических функций и решеточных квазинормированных пространствах Орлича.

Примерами интерполяционных топологий могут служить локально ограниченные функциональные пространства Лебега $L_p(0 < p < +\infty)$, модулярные пространства Орлича $L^{*\varphi}$ (в случае φ-функции, подчиняющейся Δ_2-условию как в вещественном, так и в комплексном случаях), пространства Харди H_p и так далее.

Обобщению интерполяционных теорем М. Рисса и И. Марцинкевича на другие семейства банаховых и метрических пространств был посвящен ряд работ А.П. Кальдерона, А.Зигмунда, Я.Б. Рутицкого, Е.И. Пустыльника, П.П. Забрейко, Г.Я. Лозановского, Е.М. Семенова, Ю.И. Петунина, С.Г. Крейна и другие.

Нами была построена двумерная шкала модулярных пространств Орлича измеримых по Лебегу функций и установлены результаты об интерполяции полилинейного оператора в этой шкале.

Наиболее важными в приложениях являются нелинейные динамические системы, относящиеся к следующим двум типам:

– динамические системы – системы, с изменяющимся с течением времени состоянием. Наибольшее увеличение сложности вносит стремление системы к устойчивому неравновесному состоянию. Также сложность повышается, если процессы, происходящие в системе, имеют колебательный характер. Из всех существующих видов динамических систем особо сложными являются дискретные динамические системы;

– системы с алгоритмической записью информации. Здесь алгоритмическая сложность – длина самого короткого способа записи конечной последовательности знаков. Наиболее сложной алгоритмической записью является описание случайного процесса.

Целесообразно отметить [5], что выбор того или иного пространства в качестве внешней среды является определяющим для конкретного метода синтеза закона управления. В настоящее время при операторном подходе к синтезу нелинейных динамических систем наиболее употребительными являются локально ограниченные пространства Лебега и Орлича.

В соответствии с общепринятой символикой, $\mathbb{R}$ означает поле вещественных чисел, $\mathbb{R}_+ = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq 0\}$ – поле вещественных неотрицательных чисел, $\mathbb{N}$ – кольцо натуральных чисел, $\mathbb{R}_n$ – линейное n-мерное евклидово пространство, $\mathbb{C}$ – пространство вещественно значных функций, дифференцируемых не менее, чем k раз, $(k \geq 1)$, а M – пространство всех измеримых по Лебегу вектор-функций.

Через $L^p(\mathbb{R})$, $(0 < p < \infty)$, обозначим пространство комплекснозначных функций $u(t)$ (со значениями в $\mathbb{C}^l$) действительного аргумента $t \in \mathbb{R}$ с p-интегрируемым модулем по Лебегу, для которых:

$$L^p(\mathbb{R}) = \{u(t) : u(t) : u(t) \in M, t \in \mathbb{R},\ \int_{-\infty}^{\infty} [u^*(t)u(t)]^{\frac{p}{2}} dt < +\infty\}, \tag{1}$$

где $u^*(t)$ – эрмитово сопряженная функция к исходной измеримой функции $u(t) \in M$.

Заметим, что исходное пространство $L^p(\mathbb{R})$ является локально ограниченным, причем при $p \geq 1$ оно представляет собой банахово (полное нормированное) пространство, а при $0 < p < 1$ является локально невыпуклым.

Через $L_\infty(\mathbb{R})$ (где $p \to \infty$) обозначим пространство, обусловленное формулой вида:

$$L_\infty(\mathbb{R}) = \{u(t) : u(t) \in \mathbb{C}^l,\ \ t \in \mathbb{R},\ \ \operatorname{vrai\,max}(u^*(t)u(t) < +\infty,\ \ \forall t \in \mathbb{R}\}, \tag{2}$$

где

$$\operatorname{vrai\,max}(u^*(t)u(t) = \{\inf c : u^*(t)u(t) < c \text{ почти всюду на } \mathbb{R},\ \forall t \in \mathbb{R}. \tag{3}$$

F-норма элемента $u(t) \in L_\infty(\mathbb{R})$ определяется по формуле:

$$\|u;\ L_\infty(\mathbb{R})\| = \operatorname{vrai\,max}\sqrt{u^*(t)u(t)},\ \ \forall t \in \mathbb{R}. \tag{4}$$

В случае векторных и матричных комплекснозначных функций пространства Лебега $L_p^m(\mathbb{R})$, $L_p^{m\times k}(\mathbb{R})$, $L_\infty^m(\mathbb{R})$, $L_\infty^{m\times k}(\mathbb{R})$ и нормы в них задаются аналогичными формулами [3] (с. 396, 397), поэтому, для краткости изложения их опускаем.

Для бесконечномерного случая можно использовать нашу монографию [4] (с. 20-30), где рассмотрен ряд нетрадиционных примеров локально ограниченных пространств.

В данной статье мы обсуждаем возможность использования в качестве внешней среды для указанных систем более широкого семейства локально ограниченных функциональных пространств Орлича.

Обозначим через (Ω, Σ, μ) пространство с мерой, где Ω – компактное множество в $\mathbb{R}$, Σ–σ – алгебра всех его измеримых подмножеств, μ – σ – аддитивная мера (для простоты μ можно считать мерой Лебега).

Пространство Орлича $L^{*\Phi}$ состоит из измеримых по Лебегу функций, определенных на (Ω, Σ, μ), и порождается неотрицательной неубывающей функцией Юнга Φ, обладающей рядом свойств. В частности, если рассматриваются измеримые вектор-функции $\vec{\varphi}: T \to X$, где X – нормированное B-пространство, то естественно считать, что порождающая ЛОФП функция Юнга Φ определена на X.

Если же функция Юнга Φ определена на промежутке [0, ∞), то тогда в определении пространства Орлича $L^{*\Phi}$ непосредственно участвуют не значения $\vec{\varphi}(t)$ самих вектор-функций $\vec{\varphi}$, а их нормы в исходном пространстве X. Очевидно, такой подход сводится к предыдущему с помощью замены функции Юнга Φ на $\Phi_1 = \Phi(\|\cdot\|)$, (например, если $\Phi(u) = u^p,\ u \ge 0$, то $\Phi_1(u) = \|u\|^p$ и $L^{*\Phi} = L^p$ [5].

Обозначим через Φ(x, y) – произвольную седловую функцию Юнга, через $\Gamma_\Phi(x, y)$ – интегральный модуляр, определяемый функцией Юнга Φ, $L^{*\Phi}$(Ω, Σ, μ) – локально ограниченное F – квазинормированное пространство Орлича, где

$$\|x; L^{*\Phi}\| = \inf\left\{\varepsilon > 0 : \Gamma_\Phi\left(\frac{|(x,\cdot)|}{\varepsilon}\right) \le \varepsilon\right\},$$

(аналогично для элемента y). В частности, если вогнуто-выпуклая седловая функция $\Phi(x, y) = |x(\tau)|^{y(\tau)}$, где $0<y(\tau)<1$, то получим соответствующее полуупорядоченное локально невыпуклое топологическое пространство (определяемое интегральным модуляром $\Gamma(x, y) = \int\limits_\Omega |x(\tau)|^{y(\tau)} d\,\mu(\tau)$), структура которого к настоящему времени практически не изучена, хотя решение соответствующих прикладных задач представляет определенный интерес для оценок двойственного зазора в теории невыпуклого программирования для адаптивных нелинейных динамических систем (см. подробнее [6]).

Пусть φ – точный нормальный полуконечный след на алгебре Дж. фон Неймана M, $K(M, \varphi)$ – (*) – алгебра всех измеримых операторов, присоединенных к M. Через E обозначим линейное подпространство в $K(M, \varphi)$ с F-квазинормой $\|\cdot; E\|$. Тогда E представляет собой неассоциативное локально ограниченное пространство. Природа пространства E также мало изучена, о чем свидетельствуют лишь отдельные публикации в мировой печати (см. подробнее [7]).

Обозначим через L^Φ класс всех μ-измеримых почти-периодических функций $x(\tau)$, таких, что на каждом интервале длины $2T$ конечен верхний предел $\Gamma_\Phi(x) = \overline{\lim_{T\to\infty}} \frac{1}{2T} \cdot \int\limits_{-T}^{T} \Phi(|x(\tau)|)\, d\,\mu(\tau)$.

Тогда соответствующее ЛОФП, обозначаемое M_Φ с F-квазинормой $\|x; M_\Phi\| = \inf\{\varepsilon > 0 : \Gamma_\Phi(|x|/\varepsilon) \le \varepsilon\} < +\infty$, является локально невыпуклым пространством Марцинкевича-Орлича, служащим базовым для синтеза почти-периодических систем.

Список литературы

1. Катулев А.Н., Соломаха Г.М. Концепция идентифицируемости нелинейных многомерных систем обработки информации // Вестник ТвГУ. Серия: Прикладная математика (18). 2010. С. 49-58.
2. Бодэ Г. Теория цепей и проектирования усилителей с обратной связью. ИЛ, 1948.
3. Траксел Дж. Синтез систем автоматического регулирования. М.: Машгиз, 1959.
4. Балакшин О.Б. Синтез систем. М.: РАН институт машиноведения им. А.А. Благонравова, 1995. 400 с.
5. Крылов В.В. Построение моделей внутренней структуры динамических систем по входо-выходным соотношениям (теория абстрактной реализации), I // Обзор Автоматика и телемеханика. 1984. № 2. С. 5-19.
6. Фетисов В.Г., Филиппенко В.И., Козоброд В.Н. Операторы и уравнения в линейных топологических пространствах. Владикавказ: ЮМИ ВНЦ РАН, 2006. 432 с.
7. Фетисов В.Г. Двумерная шкала модулярных пространств Орлича и полилинейный оператор в ней // Владикавк. мат. журн. 2006. Т. 8. Вып. 3. С. 40-52.

Материалы конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в медицине» ФРАНЦИЯ (Париж) 18-25 октября 2014 г.

Медицинские науки

РОЛЬ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В КОРРЕКЦИИ ГИПЕРЛИПИДЕМИИ У БОЛЬНЫХ ИБС

Маль Г.С., Кувшинова Ю.А.

Курский государственный медицинский университет, e-mail: mgalina.2013@mail.ru

Сердечно-сосудистое заболевание (ССЗ) – лидирующая причина смертности во всем мире.

Представляет интерес исследование препаратов, которые обладают как антиаритмическим действием, так и нормализуют липидный обмен.

Омакор – единственный из зарегистрированных в России рецептурный препарат омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК).

Материалы и методы. Под наблюдением находилось 90 мужчин в возрасте от 51 до 59 лет (55,1+4,8) с ИБС постинфарктным кардиоскле-