

Рис. 4 – Переходний процес по расходу холодильного агента $G_{x,a}$ при коректировке на 300 сек. коэффициентов регулируемого соотношения в КСУ ХТУ

Таким образом, возможна реализация поиска экстремума при КСУ ХТУ и САУ ХТУ с РБ в частности способом случайного поиска который целесообразен при небольшом числе изменяемых параметров. Суть данного способа при КСУ ХТУ и САУ ХТУ с РБ заключается в поиске экстремума за счет случайного изменения параметра a_1 . В начальном состоянии системы при стационарном режиме выполняется прирост параметра a_1 и определяется прирост потребляемой мощности $N_{ЦБК}$. Если прирост $N_{ЦБК}$ положительный (при поиски минимума $N_{ЦБК}$) то система поиска возвращает параметр a_1 на начальное заданное значение и выполняется следующий пробный шаг – прирост a_1 в противоположном направлении. Если прирост $N_{ЦБК}$ отрицательный, то считаем что $N_{ЦБК} = \min$ и поиск экстремума прекращается. Если прирост $N_{ЦБК}$ получился отрицательным то при новом скорректированном a_1 делаются повторные пробные шаги. Но при этом если режим динамический связанный с изменением производительности ЦБК то параметр a_1 равен исходному – заданному значению и система поиска отключается.

Выводы

Проведенные математические эксперименты на моделях КСУ ХТУ и САУ ХТУ с РБ позволили установить практическое отсутствие влияния пробных движений вблизи точки экстремума на переходные процессы по давлению кипения и по массовому расходу холодильного агента. Таким образом, в настоящей работе отраженная идея и подход реализации поиска экстремума потребляемой мощности $N_{ЦБК}$ при КСУ ХТУ и САУ ХТУ с РБ дает возможность установить ряд актуальных задач связанных с реализацией и исследованием различных моделей систем экстремального управления.

Литература

1. Сухомлинов И.Я., Савельева И.Ю., Головин М.В. Исследование методов регулирования параметров холодильных машин с центробежными компрессорами. // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1995. – №11 – С. 29-36.
2. Бойчук Л.М. Синтез координирующих систем автоматического управления. – М.: Изд-во «Энергоатомиздат», 1991. – 160 с.
3. Денисенко В.А., Гончаренко А.Е., Козорез А.И., Гурский А.А. Комбинированное регулирование производительности турбокомпрессора холодильной установки. // Холодильная техника и технология, № 6, 2007 г. – с. 93-96.

УДК 629.735.083.02 (045)

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИКО-ДИНАМИЧЕСКОГО КЛАССА ПО ОБОБЩЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

Енчев С.В., к.т.н., доцент
Национальный авиационный университет, г. Киев

На основе прямого метода оценки качества функционирования систем сформирован обобщенный показатель качества функционирования систем автоматического управления логико-динамического класса. С его помощью сформирована область безотказной работы с подобластью настройки системы автоматического управления.

On the basis of direct method of estimation quality functioning of the systems the generalized index of quality of functioning of the automatic control systems of logical-dynamic class is formed. With his help the region of faultless work is formed with area of tuning of the automatic control system.

Ключевые слова: техническое состояние, система автоматического управления, обобщенный показатель качества.

Введение. Развитие информационных технологий в наукоемкой области машиностроения в виде концептуального направления CALS-технологии, виртуально объединяет все стадии последовательного создания объекта управления (ОУ) и понимается как компьютерно-интегрированная логистическая поддержка (КИЛП) проекта на жизненном цикле (ЖЦ) с автоматизированными средствами этапов ЖЦ (CAD/CAM/CAE/PDM, ERP). Создание единого информационного пространства совместно с разработанной нормативной базой определяет повышение эффективности исследований и вырабатывает переход к новой поведенческой структуре относительно CALS-технологий, а именно «как электронный бизнес в высоком темпе» [2]. Наполнение информационных технологий осуществляется на основе интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ) разрабатывающих и эксплуатационных предприятий, когда человек выводится из процесса переработки информации и формирует процесс «лица принимающего решения».

Постановка задачи. Переходные процессы замкнутых различных систем автоматического управления (САУ) представляют собою наиболее информативные системы, содержащие достаточно полные сведения о динамических свойствах, их надежностных, энергетических и эксплуатационных качествах. Эта информация является объективным источником синтеза САУ, разработки методов и средств контроля, диагностики и прогнозирования в условиях ИАСУ разрабатывающих и промышленных предприятий.

В отличие от косвенных и интегральных методов оценки качества функционирования САУ рассматривается прямой метод, позволяющий решить задачи в реальном масштабе времени, без разрыва обратных связей. При современном уровне развития вычислительных средств легко преодолеваются трудности расчета частных показателей качества.

Особенности задачи формирования обобщенного показателя качества систем автоматического управления логико-динамического класса. Рассматриваемый класс логико-динамических систем (ЛДС) с управляемой структурой обеспечивает системе высокоэффективные свойства отказоустойчивого функционирования: способность к интеграции функций объекта управления и их разделение. Такой подход стал возможным благодаря большим возможностям структур. С другой стороны, резерв и его виды должны быть минимально-достаточными, что минимизирует массогабаритные характеристики, улучшает экономические и энергетические показатели.

Для этапов ЖЦ: <проектирование>→<сертификация>→<серийное производство> → <эксплуатация> желательно унифицировать методы и автоматизированные средства оценки качества функционирования ЛДС, что существенно повышает экономическую эффективность при высокой достоверности результатов. В то же время на каждом этапе ЖЦ решаются новые задачи, основанные на первых результатах – происходит наполнение ИАСУ. С этих позиций рассмотрим этапы ЖЦ.

1. *Этап проектирования.* Обосновывается оптимальный вариант системы и осуществляется ориентировочный синтез параметров, определяются основные характеристики. Широко применяются методы математического, полунатурного и динамоподобного моделирования, а также отработка систем на стендовом оборудовании (опережающие эксплуатационные лабораторные стендовые испытания). Формируется техническое задание и доказательная сертификационная база, в том числе по результатам на испытательных моделирующих комплексах.

2. *Этап сертификации.* Определяется уровень соответствия требованиям нормативно-технической документации.

3. *Этап серийного производства.* Успешно применяются стенды полунатурного и физического моделирования комплексов. Осуществляя предварительную подстройку САУ под «среднестатистическую» модель ОУ, удается: во-первых, установить на ОУ работоспособное изделие и произвести его проверку «под током», а во-вторых, путем настроек и регулировок осуществить оптимальную (рациональную) настройку САУ под математическую модель. Сокращается время летных заводских испытаний, и уменьшаются эксплуатационные затраты.

4. *Этап эксплуатации.* Из-за действия факторов среды происходит изменение характеристик ОУ, а также настроек системы «САУ – ОУ» из-за действия дестабилизирующих явлений износа, старения. Сертификация осуществляется «под индивидуальный ОУ», изменяются параметры модели. Квалификация САУ на этапе эксплуатации позволяет целенаправленно осуществлять этап восстановления, исходя из объективной картины фактического технического состояния.

Говорить об оптимальной настройке и регулировке САУ нецелесообразно, поскольку формирование обобщенного показателя качества замкнутых ЛДС осуществлено под конкретные параметры ОУ и САУ, которые в силу дестабилизирующих факторов среды утрачиваются, и образуется поверхность «ядро настройки», а процесс восстановления осуществляется периодически на ОУ через программное обеспечение или дополнительными настроечными операциями.

Анализ методов оценки качества функционирования САУ.

Оценка качества функционирования осуществляется различными способами и в качестве критерия качества могут выбираться те, которые полнее отвечают задаче. При многокритериальной оптимизации [4] в качестве критериев были предложены и обоснованы технико-экономические показатели: минимальная первичная стоимость и максимальный ресурс САУ при выдвинутой системе ограничений на другие параметры. Многое зависит от уровня автоматизации и понимания физических процессов в системе. Критерий может иметь очень

сложное аналитическое выражение, но полученная теоретическая зависимость может оказаться труднореализуемой и не оправдывать себя в практической реализации.

В первую очередь следует выделить группу косвенных оценок качества САУ, в которую входят корневые методы, суть которых заключается в определении характера переходного процесса по виду корней характеристического уравнения. Впервые эта оценка была применена И.А. Вышнеградским для системы, описываемой дифференциальным уравнением третьего порядка. По расположению корней характеристического уравнения на комплексной плоскости можно судить также о других показателях системы, а именно можно оценить:

- степень устойчивости η , определяемую как абсолютное значение вещественной части ближайшего к мнимой части корня;
- степень колебательности $tg\alpha = \beta/\alpha$, где β – мнимая часть корня, а α – вещественная.

Существует много различных вариантов корневых методов, позволяющих судить о тех или других параметрах САУ, но методы эти не решили основной проблемы прямых оценок – громоздкости вычислений корней характеристического уравнения высокой степени.

Широкое распространение получили частотные критерии качества, т. е. критерии, которые не рассматривают вида переходного процесса, а базируются на некоторых частотных свойствах системы. Эти критерии наиболее разработаны в отношении оценки запаса устойчивости, обычно определяемого по показателю колебательности. Показатель качества можно определить как максимум амплитудной частотной характеристики замкнутой системы M_{max} или при помощи других приемов, например, по виду амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы.

Частотные критерии качества позволяют также оценить быстродействие системы и некоторые другие ее параметры (полосу пропускания ω_p , резонансную частоту ω_d и др.). Следует заметить, что громоздкость вычислений предыдущих методов заменена здесь не очень удобным графическим методом, с трудом поддающимся формализации. С этой точки зрения более перспективными кажутся интегральные оценки. Основной их целью является дать общую оценку быстроты затухания и величины отклонения регулируемой величины в совокупности, без определения того или другого в отдельности.

Простейшей интегральной оценкой может служить величина $I_1 = \int_0^{\infty} x(t)dt$, геометрически представляющая собой площадь под кривой переходного процесса, построенного для отклонения. Однако неудобством интегральной оценки является то, что она пригодна только для монотонных процессов. Если знак отклонения δ меняется, т. е. имеет место колебательный процесс, площади будут складываться алгебраически, и минимум этого интеграла будет соответствовать колебательному процессу без затухания или с малым затуханием.

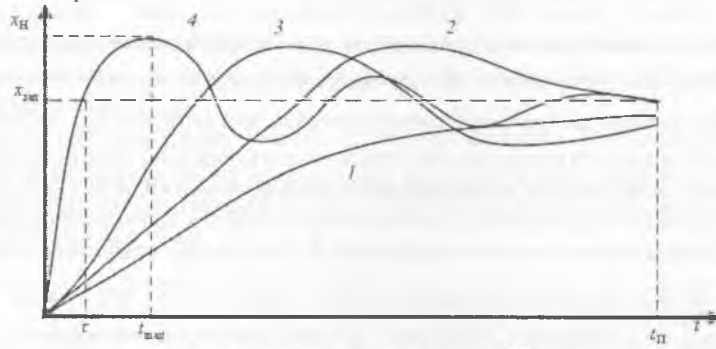
Поэтому предлагалась другая интегральная оценка $I_2 = \int_0^{\infty} |x(t)|dt$, но оказалось, что вычисление ее по коэффициентам уравнения затруднительно.

Интегральные оценки также не решают полностью проблемы оценки качества САУ, так как они обладают следующими недостатками: ограничения формы кривой переходного процесса и невозможности оценивания границ непрямолинейности.

Оценка качества функционирования САУ по виду переходного процесса. Проведенный анализ косвенных и прямых методов оценок качества регулирования САУ, позволил сделать вывод о том, что наиболее точным и наглядным является метод прямой оценки по показателям качества переходных процессов. Широкий диапазон типов САУ и множество задач по повышению эффективности их функционирования в условиях ИАСУ предприятий и использования ОУ по назначению требует выполнения принципов системного подхода в ее реализации. При этом следует учитывать перспективу работы, ее сложность и необходимость использования методов и автоматизированных средств, принципы адаптации и универсальности, а также индивидуальности задач в условиях приоритетности энергосберегающих технологий и экономии ресурсов. Основным недостатком метода прямых оценок по показателям качества переходных процессов САУ являются вычислительные трудности, особенно при нахождении корней характеристических уравнений высокой степени, устраняемые применением вычислительной техники. Трудоемкая вычислительная работа перекладывается на ЭВМ в составе АСУ и ИАСУ предприятий на этапах ЖЦ. Второй недостаток метода прямых оценок – наличие довольно большого числа показателей качества, в различной мере влияющих на качество переходных процессов, что значительно затрудняет формирование показателя собирательного характера, т. е. обобщенного показателя качества (ОПК), обладающего свойством репрезентативности.

Переходные процессы в замкнутых САУ вызваны наличием инерции видов энергии (электромагнитной, электромеханической, гидромеханической, пневматической, тепловой и т. д.), время протекания процессов значительно отличается друг от друга. Поэтому физическое понимание основных запаздываний в САУ, причины возникновения неустойчивых состояний, ошибок в регулировании, а также установление их связи с параметрами САУ предполагает целесообразность создания единой методологической и научной базы и различных автоматизированных средств оценки качества. Рассмотрим различные переходные процессы в САУ

(рис. 1) и приведем перечень показателей качества в индексации использования в программах задач моделирования на ЭВМ. Считаем, что таблично задана кривая переходного процесса САУ на временном отрезке $[t_1, t_n]$ $x_i = x(t_i)$, $\forall i \in \overline{1, n}$. Заданное значение координаты $x_{зад}$ – значение, на которую выходят установившиеся переходные процессы.



а – «кривая аперидична» (1);
 б – «нет полного периода (нет максимума 2)» для кривых 2 и 3;
 в – «нет полного периода (нет минимума 2)» — для кривых 2;
 г – «кривая проходит полный период» — кривая 4.

Рис.1 – Графики исследуемых кривых переходных процессов в САУ

Согласно рис. 1, случаи б и в означают, что нужно увеличить время переходных процессов, так как отдельные показатели качества процессов не могут быть вычислены точно ($x_{уст}$, ω , ε , ξ). Кривая 4 проходит полный период и здесь возможны два случая:

- 1) на заданном интервале времени возможно установление $x_{уст}$, т. е. $(x_i - x_{i-1}) \leq \Delta$, где Δ – заданная нормативная величина (допуски);
- 2) $|x_i - x_{i+1}| > \Delta$ на всех участках (точках) кривой и на печать выдается это значение.

Расширенный перечень показателей качества, используемый в практике и теории оценивания качества соответствия САУ нормативным требованиям, включает в себя 10 показателей [7]. Имея достаточно большое число частных критериев (показателей) качества САУ, рассмотрим задачу формирования ОПК в задачах идентификации технических состояний САУ в условиях ИАСУ предприятий (рис. 2), где t_{cp} – время среза переходного процесса, $t_{c\ddot{a}}$ – время собственных колебаний; $t_{pa\ddot{a}}$ – время регулирования.

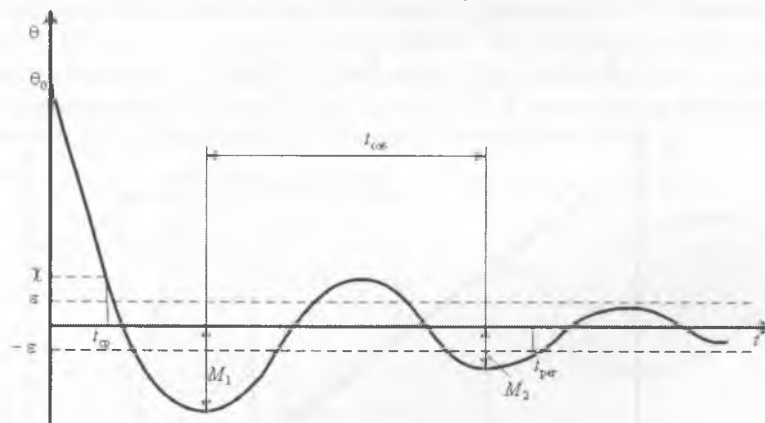


Рис.2. – График переходного процесса системы «САУ – ОУ»

Для формирования ОПК САУ необходимо ограничить число показателей качества переходных процессов, по которым будет производиться оценивание. Применительно к задаче формирования ОПК САУ полетом из анализа ряда работ и нормативно-технической документации, следует, что основными показателями качества переходного процесса, определяющими с высокой степенью достоверности характер и параметры кривой переходного процесса, могут служить следующие показатели:

- колебательность $\mu = M_1 / M_2$;
- перерегулирование $\sigma = -M_1 / \theta_0$ при входном единичном скачке, следовательно $\sigma = -M_1$;
- относительная частота собственных колебаний $\bar{\omega}_c = t_{cp} / t_{pa\ddot{a}}$;
- время регулирования $t_{pa\ddot{a}}$.

В дальнейшем для каждого выбранного показателя необходимо выбрать его оптимальные и граничные значения, а также задать ширину трубок допусков χ/θ_0 и ε/θ_0 , определяющих точность. Обычно для САУ принимаются следующие ограничения:

$$\chi/\theta_0; \mu^{opt} = \mu^{min}; \varepsilon/\theta_0 = 0,05; t_{\delta\delta\delta}^{opt} = (t_{\delta\delta\delta}^{max} + t_{\delta\delta\delta}^{min})/2; \sigma^{opt} = \sigma^{min} = 0,05; \bar{\omega}_c^{opt} = \bar{\omega}_c^{min} = 0.$$

Условие $\mu^{opt} = 0$ следует понимать как равенство нулю второго минимума (переходной процесс без второго выброса) независимо от того, имеет ли переходный процесс первый выброс или нет. Последнее выражение $\bar{\omega}_c^{opt} = 0$ следует понимать как выполнение условия, при котором $t_{\delta\delta\delta}$ стремится к бесконечности. Это происходит в случае многотонного процесса или переходного процесса с одним выбросом (минимумом).

Формирование частных показателей качества функционирования САУ. Следующим шагом на пути к получению ОПК является выработка критериев, приводящих показатели переходного процесса к безразмерной и общей для всех форме. Предлагается построить критерий K_i так, чтобы графически он представлял прямую, начинающуюся в точке $(\bar{I}_i^{opt}, 1)$, и проходящую через точку $(\bar{I}_i^{\delta\delta}, 0)$. Здесь $\bar{I}_i^{opt}, \bar{I}_i^{\delta\delta}$ обозначают соответственно оптимальное и граничное значения рассматриваемого показателя качества переходного процесса. График зависимости критерия K_i от показателя качества \bar{I}_i изображен на рис. 3, и как следует из графика, критерий K_i равен для оптимальной величины \bar{I}_i единице, для граничной – нулю, для недопустимой – меньше нуля. Аналитически критерий K_i можно выразить как:

$$K_i = 1 - \frac{|\bar{I}_i^{opt} - \bar{I}_i|}{\bar{I}_i^{\delta\delta} - \bar{I}_i^{opt}},$$

что для выбранных показателей качества выглядит следующим образом:

$$K_1 = 1 - \frac{|\mu^{opt} - \mu|}{\mu^{гр} - \mu^{opt}}; K_1 = 1 - \frac{\mu}{\mu^{гр}} \Rightarrow 1; \quad (1)$$

$$K_2 = 1 - \frac{|\sigma^{opt} - \sigma|}{\sigma^{гр} - \sigma^{opt}}; K_2 = 1 - \frac{\sigma}{\sigma^{гр}} \Rightarrow 1; \quad (2)$$

$$K_3 = 1 - \frac{|\bar{\omega}_c^{opt} - \bar{\omega}_c|}{\bar{\omega}_c^{гр} - \bar{\omega}_c^{opt}}; K_3 = 1 - \frac{\bar{\omega}_c}{\bar{\omega}_c^{гр}} \Rightarrow 1; \quad (3)$$

$$K_4 = 1 - \frac{|t_p^{opt} - t_p|}{t_p^{гр} - t_p^{opt}}; K_4 = 1 - \frac{t_p}{t_p^{гр}} \Rightarrow 1. \quad (4)$$

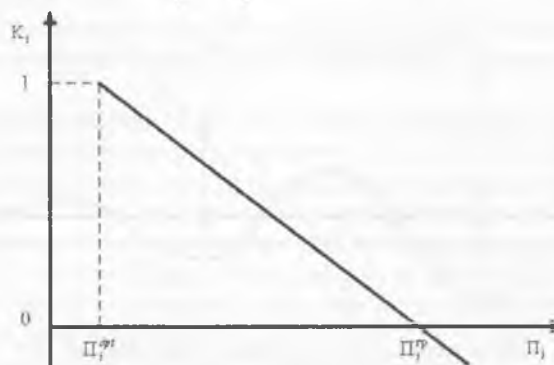


Рис. 3. – Зависимость критерия качества K_i от показателя качества \bar{I}_i

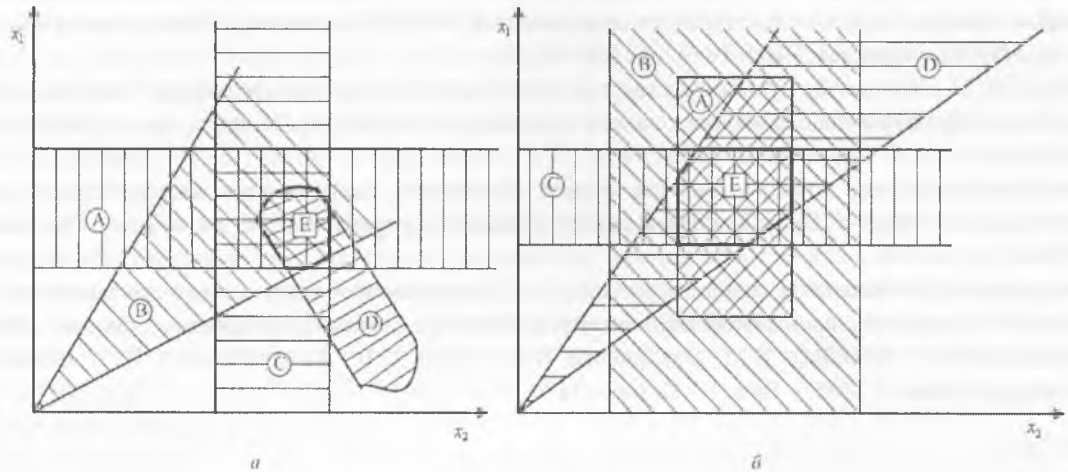
Оценка качества функционирования САУ по обобщенному показателю качества. Оценка качества САУ предлагается осуществлять по ОПК, равному

$$\bar{O}PK = \begin{cases} K_1 K_2 K_3 K_4, & \forall K_i \geq 0 \\ -1, & \exists K_i < 0 \end{cases}. \quad (5)$$

Математическая корректность выражения для обобщенного критерия качества выражения (5), являющегося мультипликативным критерием качества системы, при использовании ЭВМ может быть достигнута представлением его в аддитивной форме. Качество функционирования САУ определяется интервалом $[0, 1]$, при ОПК = -1 в системе наступает отказ (неработоспособные состояния). Идентифицируя состояния системы, можно говорить, что при ОПК = 1 состояние САУ исправно, т.е. выполняются основные и второстепенные требования; при ОПК = $[0, 1]$ система работоспособна и функционирует с частичной потерей качества

(«продолжающаяся работа»). Обобщенный показатель качества позволяет не только идентифицировать работоспособные состояния системы, но также в определенной мере ответить на вопрос о ее техническом состоянии. При значениях ОПК, близких к нулю даже небольшое отклонение хотя бы одного параметра системы может привести к переходу одного из критериев K_i в зону отрицательных чисел, что однозначно связано с переходом «САУ – ОУ» в неработоспособное состояние. Таким образом, величина ОПК непосредственно связана с надежностью системы, а оптимальный выбор путем изменения параметров системы позволяет повысить ее. Иными словами, при помощи предложенного ОПК идентифицируются уровни параметрического резервирования САУ.

Рассмотрим случай, когда некоторые частные критерии качества K_i имеют не оптимальные значения. Система в этом случае функционирует не с максимальным выходным эффектом, т.е. на некотором уровне качества, определяемом областью безотказной работы (ОБР). Схематично для двух параметров системы x_1 и x_2 конфигурация представлена на рис. 4, а.



A, B, C, D – множества, для которых выполняются критерии K_A, K_B, K_C, K_D соответственно:
 $a - E = A \cap B \cap C \cap D$; и $б - E = A \cap C \cap D, B \supset A$

Рис.4. – Возможные конфигурации критериев качества на площади параметров системы

Но тогда возникает вполне закономерный вопрос: необходимо ли проверять все четыре критерия? Ведь возможен также случай, представленный на рис. 4, б, когда один критерий (K_A) полностью поглощается другим (K_B). В таком случае: $A \cap B = A$, т.е. $A \subset B$. Тогда критерий K_B , как более слабый, необязательно проверять, так как такая проверка по существу не несет существенной информации. На рис. 5, а показаны примерные ОБР и ПОН для случая регулирования трех параметров САУ ($p = 3$) в пространстве параметров, а на рис. 5, б – ОБР и ПОН при регулировании двух параметров ($p = 2$) в плоскости параметров.

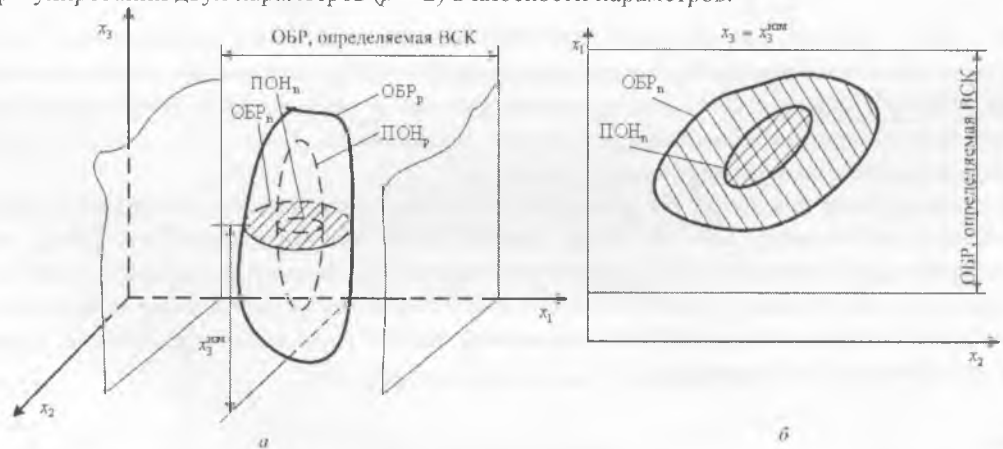


Рис.5. – Примерные ОБР и ПОН для $p = 3, n = 1$; $p = 2, n = 1$

Выводы

Таким образом, ОПК как критерий качества функционирования САУ позволяет идентифицировать техническое состояние системы «САУ–ОУ». Расчеты показали, что для электронной системы управления двигателями Д-27, можно исключить из рассмотрения некоторые критерии, основанные на таких показателях качества, как например, количество колебаний за рассматриваемый отрезок времени. Множество, определяемое этим критерием, включает в себя полностью подмножество, определяемое критерием K^1 и, следовательно, этого критерия достаточно для определения пересечения множеств.

Литература

1. ARINC 651. Руководство по проектированию интегральной модульной авиационной электроники: Пер. англ. США. – Мериленд, 1991. – 278 с.
2. Информационные технологии в наукоемком машиностроении // Под общ. ред. А. Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – 728 с.
3. Современные концепции управления проектом компьютерно-интегрированной логистической поддержки виртуального авиапредприятия на жизненном цикле /В. М. Воробьев, А. Д. Киселев, П. Р. Левковец и др. //Проблеми інформатизації та управління: Зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2004. – Вип. 11.– С. 96 – 101.
4. Математическая модель и алгоритм синтеза оптимального комплексирования авионики перспективных воздушных судов на стадии замысла /В. М. Воробьев, А. Д. Киселев, В. А. Захарченко и др. //Автошляховик України. – К.: НТУ, 2005. – №1. – С.56 – 63.
5. Воробьев В. М., Вуйцик В. Идентификация динамических характеристик систем автоматического управления полетом в условиях серийного авиазавода //Комплексная автоматизация промышленности: Сб. науч. тр. МНТК. – Вроцлав: ВПИ, 1989. – С.309 – 313.
6. Воробьев В. М., Вуйцик В. Критерии качества систем автоматического управления полетом воздушных судов //Вопросы оптимального обслуживания и ремонта АиРЭО ВС ГА: Сб. науч. тр. – К.: КИИГА, 1985. – С.83 – 87.
7. Прямий метод оцінки якості в задачах оцінки технічного стану систем автоматичного керування авіадвигунами. / Єнчев С.В. // Проблеми інформатизації та управління: Зб. наук. пр. – Вип.2(20). – К.: НАУ, 2007. – С.67–72.
8. Формирование обобщенного показателя качества функционирования логико-динамических систем авионики в задачах идентификации интегрированных автоматизированных систем управления авиапредприятий / Воробьев В.М., Захарченко В.А., Єнчев С.В., Кондратенко С.В. // Електроніка та системи управління. – 2005. – Вип. 1.– С. 106 – 117.

УДК 62-52

СИСТЕМЫ ГАРАНТИРУЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ: НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ

Хобин В.А., д.т.н., профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Для класса САУ, реализующих функцию гарантированного соблюдения установленных регламентами ограничений на режимные переменные объекта, рассмотрены их научные основы, включающие диалектику возникновения, взаимодействие с САУ, реализующими функции регулирования и оптимизации, концепцию теоретическую базу построения. Приведены результаты исследований. Такой класс систем позиционируется как новый и назван системами гарантирующего управления.

For ACS' class realising function of the guaranteed observance established by regulations on object's regime variables restrictions, their scientific bases including dialectic of the occurrence, interaction with the ACS realising functions of regulation and optimisation, the concept and construction theoretical base are considered. There are results of the researches. Such systems' class is positioned as new and named by guaranteeing management systems.

Ключевые слова: система автоматического управления, объект управления, ограничение, гарантирование, оптимизация, экстремальное регулирование.

Введение

Нарушения режимов работы объектов управления, связанные с выходами режимных переменных за установленные регламентами ограничения, приводят к их аварийным остановам, потерям сырья, браку готовой продукции, перерасходу энергоресурсов, быстрому износу оборудования, необходимости иметь большой штат технологического персонала и ремонтных служб. Проблема усугубляется, если наиболее эффективные режимы близки к предельно допустимым, а объекты управления (ОУ), являются существенно нестационарными и подвержены интенсивным неконтролируемым возмущениям, имеют запаздывание в каналах управления.

Одним из эффективных путей решения этой производственной проблемы является совершенствование систем автоматического управления (САУ). Однако, совершенствование традиционных функций САУ (прежде