

соответствующих размеров;  $\Omega(n, r_n)$  – матрица неопределенных параметров, удовлетворяющая для каждого  $n$  и  $r_n$  неравенству

$$\mathbf{I} - \Omega^T(n, r_n)\Omega(n, r_n) \geq 0; \quad (2)$$

$\Phi_{ij}$ , ( $i, j \in N$ ) –  $n \times n$  постоянные матрицы, такие, что  $\Phi_{ii} = \mathbf{I}$ ; эти матрицы описывают 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:

$$\mathbf{u}_n = -\mathbf{K}(i)\mathbf{y}_n \text{ если } r_n = i \quad (3)$$

такое, что для каждого фиксированного  $i \in N$  выражение (3) стабилизирует управление для детерминированной системы

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

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

или, другими словами, такое, что матрица

$$\mathbf{A}_c(i) = \mathbf{A}(i) - \mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)\mathbf{C}(i) \quad (i \in N)$$

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.

Определим условия, которым должны удовлетворять управление (3), чтобы обеспечить стабилизацию в среднем квадратическом системы случайной структуры (1) для всех неопределенностей параметров объекта, удовлетворяющих (2). Такое управление назовем робастным стабилизирующим.

Для этого рассмотрим упрощенную систему

$$\mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{A}_c(i)\mathbf{x}_n + \mathbf{F}(i)\mathbf{v}_n, \quad (4)$$

$$\mathbf{x}_{n+1} = \Phi_{ij}\mathbf{x}_{n+1},$$

где  $\mathbf{v}_n$  – случайный вектор.

Если

$$\mathbf{v}_n = \Omega(n, i)\mathbf{E}(i)\mathbf{x}_n \quad (i \in N), \quad (5)$$

$$\mathbf{A}_c(i) = \mathbf{A}(i) - \mathbf{B}(i)\mathbf{K}(i)\mathbf{C}(i) \quad (i \in N),$$

то система (4) совпадает с исходной системой (1).

Тогда условия существования робастного стабилизирующего управления с обратной связью по состоянию для системы (4), задаются следующей теоремой.

**ТЕОРЕМА.** Пусть матрица  $\mathbf{M}(i) = \mathbf{M}^T(i)$  – положительно полуопределенная матрица,  $\mathbf{g}$  – некоторый положительный скаляр, для которого выполнено условие

$$\mathbf{g}\mathbf{I} - \mathbf{F}^T(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{F}(i) > 0.$$

Тогда, если положительно определенная матрица  $\mathbf{H}(i)$   $i \in N$  удовлетворяет неравенству

$$\mathbf{A}_c^T(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}_c(i) + \mathbf{A}_c^T(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{F}(i)(\mathbf{g}\mathbf{I} - \mathbf{F}^T(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{F}(i))^{-1} \times$$

$$\mathbf{F}^T(i)\mathbf{S}(i)\mathbf{A}_c(i) - \mathbf{H}(i) + \mathbf{M}(i) + \mathbf{g}\mathbf{E}^T(i)\mathbf{E}(i) < 0,$$

$$\text{где } \mathbf{S}(i) = \sum_{j=1}^n \Phi_{ij}^T \mathbf{H}(j) \mathbf{P}_{ij} \Phi_{ij} = \mathbf{S}^T(i)$$

то линейное управление со статической обратной связью по выходу объекта (3), является робастным стабилизирующим управлением.

Получили условие робастной стабилизации системы (4), которая при условии (5) переходит в систему (1).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pakshin P.V. Robust output feedback control of nonlinear systems with random jumps//Proceedings of 15th IFAC World Congress. Barcelona. Spain, 2002 p 1-6 (CD ROM).

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

#### КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОРПУСОВ АППАРАТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОЙ МОМЕНТНОЙ НАГРУЗКИ

Павлова О.Г.

Московский государственный университет инженерной экологии

Тонкостенные сосуды и аппараты находят широкое применение в химической, нефтехимической и в смежных отраслях промышленности. В условиях эксплуатации тонкостенные элементы оборудования воспринимают сложный комплекс силовых воздействий, в том числе и локальных, к которым они весьма чувствительны. Воздействие локальных нагрузок приводит к возникновению повреждений в конструкционном материале, нарушению исходной структуры, зарождению, локализации и слиянию пор, образованию и развитию микротрещин, что может привести к спонтанному разрушению корпуса аппарата, сопровождающемуся выбросами в окружающую среду, и, как следствие, - к экологической аварии. Непрерывный рост рабочих параметров установок, связанный с интенсификацией технологических процессов, и необходимость обеспечения экологической безопасности определяют актуальность проблемы оперативного анализа несущей способности тонкостенных сосудов и аппаратов при локальных силовых воздействиях.

Рассматривается цилиндрический корпус аппарата, работающий под воздействием локальной равномерно распределенной по образующей моментной нагрузки в окружном направлении.

Математическая модель напряженно-деформированного состояния конструкции строится на основе моментной теории оболочек с учетом несимметричного характера силового воздействия и представлена системой дифференциальных уравнений восьмого порядка в частных производных при заданных граничных условиях. Для решения задачи применяется метод разложения перемещений и нагрузки в двойные ряды Фурье. Моментная нагрузка  $M$  ( $H/mm^2$ ) представляется как поверхностная нагрузка в окружном направлении, равномерно распределенная вдоль небольшого сегмента площади в продольном направлении и определяется следующей зависимостью

$$q(x, j) = \frac{3M \cdot R}{4c_1^3 c_2} \cdot j,$$

где  $R$  – радиус цилиндрической оболочки;  $2c_1$  – длина нагруженного участка поверхности в окружном направлении;  $2c_2$  – длина нагруженного участка поверхности в продольном направлении;  $x, \varphi$  – цилиндрические координаты.

Все рассматриваемые в методе ряды являются слабо сходящимися тригонометрическими, поэтому

было проведено исследование сходимости рядов. На его основе были выявлены оптимальные значения параметров разложения  $m, n$  этих рядов. Относительная погрешность, обусловленная заменой бесконечной суммы ряда частичной суммой, не превышает значения 0,001 при величинах  $m = 341, n = 541$ .

Численная реализация разработанного метода и алгоритма компьютерного анализа напряженно-деформированного состояния конструкции осуществлена в виде программного комплекса «LocalMoment-Load». Программный продукт разработан на алгоритмическом языке Delphi, имеет модульную структуру, функционирует в операционных системах Windows 98/NT/2000/Me/XP, предоставляет пользователю интуитивно понятный графический интерфейс, предназначен для применения в отраслевых САПР и ERP-системах, допускает автономное использование.

Разработанный программный комплекс позволяет выполнять компьютерный мониторинг напряженно-деформированного состояния конструкции, своевременно выявлять возникновение критических ситуаций, делает возможным обоснованный выбор ответственных конструктивных решений, направленных на повышение надежности оборудования.

### Образовательные технологии

#### РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ИЗЛОЖЕНИЮ НА УРОКАХ РУССКОГО ЯЗЫКА В ЯКУТСКОЙ ШКОЛЕ

Винокурова М.В., Хлебникова Э.В.  
Якутский государственный университет,  
Якутска

Конечной целью изучения любого из языков является способность осуществлять речевую деятельность на этом языке: как продуктивную (по созданию речи), так и непродуктивную (по восприятию), то есть коммуникативная компетенция. Одним из традиционных видов работ по формированию названной компетенции является изложение. Авторы сборника текстов для изложений по русскому языку Винокурова М.В., Хлебникова Э.В. ставили перед собой задачу помочь учителю русского языка в проведении обучающих изложений.

Содержание текстов, предлагаемых для изложений, носит краеведческий характер, что позволяет учителю при решении лингвистических задач познакомить учащихся с творчеством писателей Республики Саха/Якутия, приобщая их тем самым к культуре родного народа. Взаимосвязанная и скоординированная деятельность учителей русского и родных языков соответствует современным требованиям к развитию образования в контексте формирования социокультурных компетенций.

Коммуникативная компетенция предполагает способность отбирать наиболее адекватный речевой

материал для решения поставленной коммуникативной задачи. Это реализуется комплексом вопросов и заданий к текстам, составленных с учетом программы по русскому языку для 5-11 классов якутской школы, включающей следующий объем речеведческих сведений:

5 класс: Текст, его основные признаки: единство содержания, наличие смысловых частей, связь между предложениями. Тема, содержание и основная мысль текста. Заглавие текста. Основные средства межфразовой связи (морфологические): существительные, местоимения, наречия, союзы.

6 класс: Тема, содержание и основная мысль текста. Заглавие текста (повторение и закрепление). Структура текста: вступление, основная часть, заключение. Тема широкая и узкая. Микротемы в основной части текста. Простой план. Абзац. Средства межфразовой связи (лексические): синонимы, антонимы, однокоренные слова; видо-временная соотнесенность глаголов.

7 класс: Тема, содержание, основная мысль текста. Тема, основная часть, заключение. Микротемы в основной части. План, абзац (повторение и закрепление). Типы текстов: повествование, описание, рассуждение. Их основные особенности (цель высказывания, типичная композиционная схема, виды связи между предложениями). Синтаксические средства межфразовой связи: порядок слов в предложении, вводные слова, использование однотипных предложений, риторических вопросов, односоставных предложений и т.д.