K_k – коэффициент, отражающий качество сотовой связи компании; a_i, $i = 1,2,3$, l, g_0, g_2, bu_1, bu_2 – некоторые постоянные (известные); α_i, $i = 1,2,\ldots 6$ – параметры, учитывающие влияние рекламы, тарифов, особенности поведения людей и т.д. на выбор компании – оператора сотовой связи; T – период дискретизации (интервал времени, с которым поступает информация о количестве новых абонентов; в данном случае равен одному дню); $k = 0,1,\ldots$.

Уравнения информационной системы компании, наблюдающей за состоянием рынка сотовой связи, имеют вид

$$y_{k+1}^1 = x_{k+1}^1 + h_{k+1}^1,\; y_{k+1}^2 = x_{k+1}^2 + h_{k+1}^2, \quad (2)$$

где h_{k+1}^1, h_{k+1}^2 – ошибки измерения (ошибки в определении) количества подключений к услугам компании и конкурента соответственно за k-й период времени.

Приводится решение задачи оценивания состояния и параметров методами калмановской фильтрации и методами минимаксного оценивания. Показано, что применение предложенных алгоритмов позволяет повысить точность оценок состояния и ряда параметров в несколько раз.

Кроме того, рассматривается случай, когда данные по компании-конкуренту поступают с меньшей частотой, чем данные по своей компании, а также с некоторым запаздыванием. Это в большей степени соответствует реальности, что обусловлено сложностью получения оперативных данных о состоянии конкурента. Другими словами, величина x_k^2 измеряется нерегулярно и эти измерения соответствуют некоторому моменту времени в прошлом.

Для организации решения задачи оценивания в данных условиях предлагается следующий подход. При поступлении в момент времени $t + \Delta t$ очередных данных о величине x_k^2, соответствующих моменту времени t, необходимо вернуть фильтр в состояние, соответствующее этому моменту времени и сделать итерацию фильтра, учитывающего поступившее измерение. Т.к. на данной итерации имеется информация не только о количестве абонентов компании, но и конкурента, то уравнения информационной системы имеют вид (2). В остальных случаях доступная информация ограничивается только величиной y_k^1. Т.е. фактически используется два фильтра. Показывается, что применение данного подхода позволяет в несколько раз повысить точность прогнозирования состояния рынка сотовой связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Б. Блинов, А.И. Коблов, В.И. Ширяев. Модели поведения абонентов на конкурентном рынке // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 2. - М.: ЦЭМИ РАН, 2004. с. 31-32.
2. Ширяев В.И., Смолин В.В. Оценивание и прогнозирование состояния и параметров компании сотовой связи // Материалы третьей междисциплинарной конференции ("НБИТТ-21"). Петрозаводск, 21-23 июня 2004. - С.84-85.

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Соколов Г.М., Стариков С.А.

Марийский государственный технический университет

Для оценки динамических процессов, происходящих при криволинейном движении лесовозного автопоезда (ЛАП-а), необходимо знать кинематические параметры его основных элементов и характерных точек и связь между ними.

В реальных условиях движение ЛАП-а по кривым характеризуется явно выраженной кинематической нестационарностью. Поэтому в основе его изучения должны лежать комплексные исследования дважды (геометрически и кинематически) нестационарных режимов, которые представляют собой наиболее распространенный вид движения и качественно отличаются от стационарных.

В проекции на опорную поверхность движение каждого элемента ЛАП-а в приближении можно считать плоско-параллельным.

Задачами исследований является определение траекторий характерных точек автопоезда, линейных и угловых скоростей и ускорений, построение подвижной и неподвижной центроид, кругов Лагира и Брессе, свидетельствующих о знакопеременности нормальных и касательных ускорений [1].

Разработанная математическая модель [2] позволяет решать геометрические задачи криволинейного движения ЛАП-а в условиях голономных связей без учета параметра времени, в результате чего можно получить соотношения между кинематическими параметрами.

При заданном законе движения вдоль основной траектории $s = s(t)$ [3] скорость, касательное и нормальное ускорения средней точки задней оси автомобиля

$$v = \dot{s},\; w^t = \ddot{s},\; w^n = \dot{s}^2 / r,$$

где r - радиус кривизны.

Исходя из теории плоского движения определяются кинематические параметры характерных точек и основных элементов ЛАП-а [2]. При этом линейные и угловые скорости связаны между собой аналогичными соотношениями, что линейные и угловые перемещения, соответственно.

Скорость и ускорение произвольной точки *M*

$$\bar{v}_M = \bar{v}_{Ai} + \bar{v}_{MAi},\; \bar{w}_M = \bar{w}_{Ai} + \bar{w}_{MAi}^n + \bar{w}_{MAi}^t,$$

где v_{Ai}, w_{Ai} - скорость и ускорение точки A_i, выбранной за полюс.

Угловая скорость и угловое ускорение i-того элемента автопоезда

$$w_i = v_i \frac{dV_i}{ds_i},\ e_i = w_i^t \frac{dV_i}{ds_i} + v_i^2 \frac{d^2 V_i}{ds_i^2},$$

где V_i - угол поворота i-того элемента ЛАП-а, v_i, s_i - скорость и перемещение точек продольной оси элемента вдоль нее.

Касательные ускорения центров масс элементов ЛАП-а имеют место как при неравномерном движении из-за проявления кинематической нестационарности, так и при равномерном, когда сказывается геометрическая нестационарность.

Уравнение неподвижной центроиды i-того элемента

$$x_{Pi} = x_{Ai} - (dV_i / dy_{Ai})^{-1},$$

$$y_{Pi} = y_{Ai} + (dV_i / dx_{Ai})^{-1},$$

где x_{Ai}, y_{Ai} - координаты полюса A_i в неподвижной системе координат.

Соответственно, уравнение подвижной центроиды

$$m_{Pi} = m_{Ai} - \left(\frac{dy_{Ai}}{dx_{Ai}} \cos V_i - \sin V_i \right) \left(\frac{dV_i}{dx_{Ai}} \right)^{-1},$$

$$n_{Pi} = n_{Ai} + \left(\cos V_i - \frac{dy_{Ai}}{dx_{Ai}} \sin V_i \right) \left(\frac{dV_i}{dy_{Ai}} \right)^{-1},$$

где m_{Ai}, n_{Ai} - координаты полюса A_i в подвижной системе координат.

Окружность

$$\left\{ x - \left[x_{Pi} + \left(2\frac{dV_i}{dy_{Pi}} \right)^{-1} \right] \right\}^2 + \left\{ y - \left[y_{Pi} - \left(2\frac{dV_i}{dx_{Pi}} \right)^{-1} \right] \right\}^2 = \left(2\frac{dV_i}{ds_{Pi}} \right)^2$$

представляет собой геометрическое место точек, нормальные ускорения которых равны нулю (точек перегибов траекторий). Ограниченный ею круг является кругом Лагира (поворотным кругом).

Окружность

$$\{x - [x_{Pi} - (dx_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B]\}^2 + \{y - [y_{Pi} - (dy_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B]\}^2 = [(ds_{Pi} / ds_{Ai}) / 2B]^2,$$

где $B = \left(\frac{d^2 s_i}{ds_{Ai}^2} \right) \left(\frac{ds_i}{ds_{Ai}} \right)^{-1} - \left(\frac{d^2 V_i}{ds_{Ai}^2} \right) \left(\frac{dV_i}{ds_{Ai}} \right)^{-1}$, определяет семейство точек, для которых отношение $\left(d^2 s_i / ds_{Ai}^2\right) / \left(ds_i / ds_{Ai}\right)$ является постоянной величиной. С введением параметра времени касательные ускорения этих точек равны нулю. Образованная ими окружность ограничивает круг Брессе (круг перемены).

Полученные кинематические соотношения в дальнейшем могут быть положены в основу динамических исследований движения ЛАП-а по кривым. Они позволяют провести многосторонний анализ изучаемых процессов при различных законах – разгоне, равномерном движении, торможении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, Г. М. Исследование точек подвижной плоскости по геометрическим признакам / Г. М. Соколов. – ВИНИТИ, 1985. № 3309-85. – 34 с.

2. Соколов, Г. М. Движение лесовозного автопоезда на кривых. Теория. Расчет. Эксперимент / Г. М. Соколов. – ВИНИТИ, 1998. № 2507-В98. – 274 с.

3. Закин, Я. Х. Прикладная теория движения автопоезда / Я. Х. Закин. – М.: Транспорт, 1967. – 356 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИГИДРАТНЫХ ГЕЛЕВЫХ СИСТЕМ ЦИРКОНИЯ И ИТТРИЯ

Сухарев Ю.И., Кострюкова А.М., Сухарева И.Ю.
ЮУрГУ
Челябинск

Гели оксигидратов тяжелых металлов являются перспективными сорбционными материалами для очистки технологических растворов на соответствующих производствах. Они обладают высокими сорбционными характеристиками, сравнительно дешевы, термо- и радиационно устойчивы, особенно в сравнении со своими сорбционными аналогами - органическими ионообменными смолами. Исследование структуры оксигидратных гелей под воздействием различных внешних условий способно дать ценную информацию о возможном способе синтеза сорбентов.

Известно, что гели оксигидратов тяжелых металлов – это эволюционирующие системы, в которых постоянно происходит реструктуризация. Методами математического моделирования были проведены исследования изменения ряда характеристик гелей во времени. Особое место среди них занимают исследования гелевых систем в постоянном электрическом поле, так как при этом можно разграничить взаимодействие дисперсионной среды и непосредственно геля.

Для этого была создана специальная электронная аппаратура с частотой опроса 5 раз в секунду. Экспериментальная установка для измерения состояла из полой трубки, на концах которой закреплены круглые платиновые электроды и блока на основе модуля Е-270 [1].

Выходное сопротивление приближалось к нулю, то есть гелевая ячейка замыкалась накоротко (шунтировалась). Поэтому в этом случае замерялся электроток, возникающий в электролитической ячейке.

Подача напряжения отсутствовала, но при этом прибором регистрировалось появление и изменение электрического дискретного тока во времени. Предлагаемое нами объяснение опирается на представлениях о самоорганизации геля во времени.

Межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, радиально сжимая спиральные удлиненные фрагменты геля, окруженные ДЭС, инициируют выброс (выжимание из структурированного геля) молекул воды и ионов диффузного слоя ДЭС во внешний мицелляр-