

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Актуальные вопросы науки и техники

Выпуск VII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11апреля 2020г.)**

г. Самара

2020 г.

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Актуальные вопросы науки и техники./ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 7. г. Самара, – НН: ИЦРОН, 2020. 57 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г.Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г.Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л.И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А.Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З.(г. Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А.Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П.(г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г.В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С.Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н.(Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г.Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам VII Международной научно-практической конференции «**Актуальные вопросы науки и техники**» г. Самара, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

© ИЦРОН, 2020 г.
© Коллектив авторов

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00).....	6
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ, ШАГАЮЩЕГО ВЕАМ РОБОТА НА ОСНОВЕ ЧЕТЫРЕХ-ЯДЕРНОЙ НЕЙРОННОЙ ЦЕПИ	
Жолондиевский Э.Р.....	6
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	9
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00).....	9
СЕКЦИЯ №4.1.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	10
ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В ОБОБЩЕННЫХ КООРДИНАТАХ В СЛУЧАЕ НЕГОЛОНОМНЫХ СВЯЗЕЙ	
Вронская Е.С., Ахмедов А.Д., Довгий В.А.	10
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00).....	17
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРИОДОВ ЭКОНОМИКИ РОССИИ	
Зукол А.В.....	17
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	21
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	21
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00).....	21
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10).....	22
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00).....	22

СЕКЦИЯ №10.1.	
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ И ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО	
И АРХИТЕКТУРА	22
РОЛЬ П.К. ВАУЛИНА В ВОЗРОЖДЕНИИ РУССКОЙ КЕРАМИКИ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ	
Сафронова Е.М.	22
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	24
СЕКЦИЯ №11.1.	
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	24
СИНТЕЗ АМИДОЭТИЛОВЫХ ИМИДАЗОЛИНОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ	
Касаманли Х.Г.	24
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	28
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	28
СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	28
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОБАЗОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ	
Олейник И.И.	28
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ КВАДРОКОПТЕРОВ	
Слепцов В.В., Гришняев И.Н., Динь Ба Фьонг	34
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)	37
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,	
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	37
ОБЕРЕГАЕМ ЛЕС И ЖИЛИЩА ОТ ПОЖАРОВ	
Войнов К.Н., Есбулатова А.Ж.	37
ОПЫТ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ «ЧИСТАЯ ВОДА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПРАВОЧНИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ	
Юрченко М.Н., Савельева К.А.	40

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПРАВОЧНИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ ФП "ЧИСТАЯ ВОДА"	
Савельева К.А., Юрченко М.Н.	43
О СИСТЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КУЛЬТУРОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ III, IV КЛАССОВ ОПАСНОСТИ. СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ГОТОВНОСТЬ ПЕРСОНАЛА К ДЕЙСТВИЯМ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ.	
Осипов В.А., Зацепин Н.В., Коршунов П.А., Соколов С.В.	46
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	
	49
СЕКЦИЯ №17.1.	
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ	
	49
ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОГНОЗИРУЕМОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ	
Терновая А.Н.	49
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	
	51
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	
	51
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ МЕТОДАМИ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ	
Герасимов Д.А., Мельник В.И., Фантиков В.С., Шолина И.С.	51
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	
	54
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	
	54
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2020 ГОД	
	55

СЕКЦИЯ №1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

СЕКЦИЯ №2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ, ШАГАЮЩЕГО ВЕАМ РОБОТА НА ОСНОВЕ ЧЕТЫРЕХ-ЯДЕРНОЙ НЕЙРОННОЙ ЦЕПИ

Жолондиевский Э.Р.

ЧОУ ВО «Гольяттинская академия управления»

В некоторых случаях при перемещении шагающего мобильного ВЕАМ робота, построенного на основе четырех-ядерной нейронной цепи (Рисунок 1), он начинает хаотически двигаться, что обеспечивает ему передвижение с наиболее полным покрытием определенной территории, то же самое наблюдается в случаях обхода им препятствий. Данное исследование включает в себя, в дополнение к рассмотрению параметров настройки, отображающих соответствующие хаотические переменные для кинематической системы ВЕАМ робота, сравнения параметров нейронных цепей и параметров цепи Чуа. Эти параметры включают в себя нестабильный фокус и хаотических сигналы, имеющих двойные фазовые портреты в форме прокрутки соответственно.

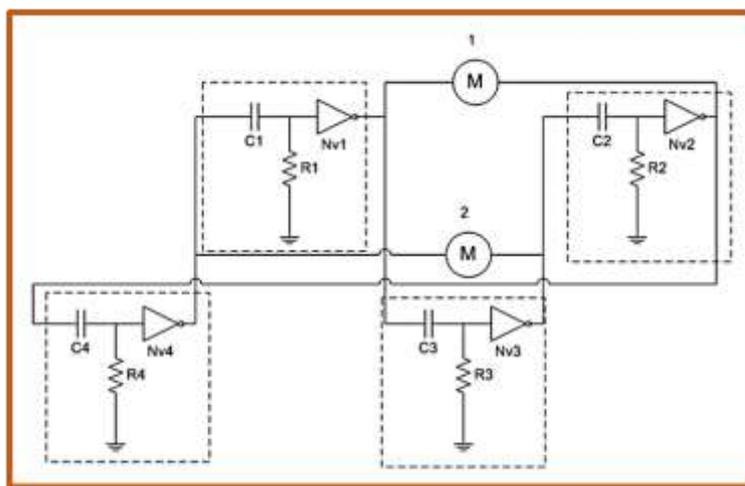


Рисунок 1. Схема шагающего мобильного ВЕАМ робота, на основе четырех-ядерной нейронной цепи

Вопреки широко распространенному мнению, нехаотическое поведение может привести к генерации сложных траекторий мобильного ВЕАМ робота. Такое поведение является нестабильным фокусом, который является репеллером, полученный с использованием определенного набора параметров из схемы Чуа.

Основной целью исследования является попытка выяснить, существуют ли наиболее частые зоны покрытия производительности ВЕАМ робота (способность к самоорганизации), как и для различных наборов параметров схемы Чуа. Схема Чуа представляет интерес для нелинейных ученых из различных дисциплин, она включает в себя два конденсатора, одну индуктивность линейного резистора и нелинейный резистор, известный как диод Чуа, Рисунок 2, Рисунок 3.

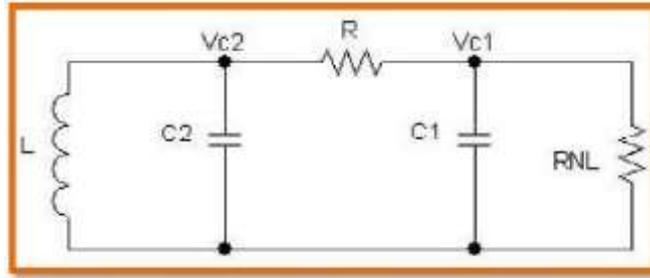


Рисунок 2. Эквивалентная схема Чуа

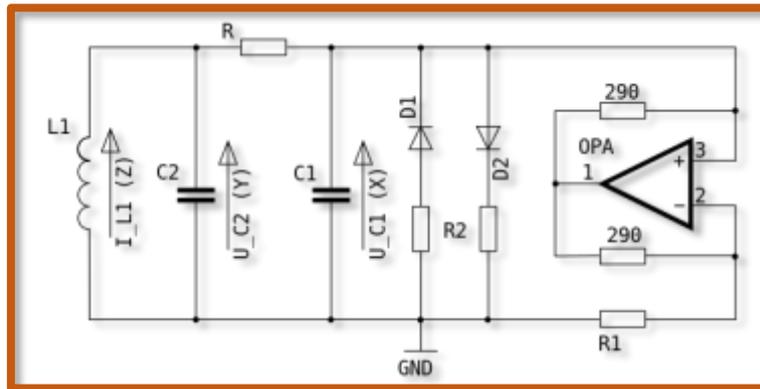


Рисунок 3. Практическая схема осциллятора Чуа. $L1 = 8,5$ мГн, $C1 = 4,8$ нФ, $C2 = 69$ нФ, $R = 1,3$ кОм

Рассмотрим два индекса производительности используемые для оценки зоны охвата хаотического мобильного ВЕАМ робота, а именно индекс производительности K который представляет собой отношение площадей, при траектории движения проходящей через наиболее общую рабочую область и индекс равномерности E . Индекс производительности K , представляющий отношение участков траектории, проходящей через используемое пространство (A_u), по всей рабочей площади (A_r).

$$K = A_u/A_r \quad (1)$$

В нашем примере рабочее пространство которое использует ВЕАМ робот при прохождении мы делим на четыре зоны покрытия. Сложность хаотического движения увеличивается при многократном прохождении по траектории ВЕАМ робота на границах рабочего пространства и при прохождении препятствий.

Робот должен работать на горизонтальной плоскости с движением, со следующими параметрами линейная скорость $v(t)$ и направление $\theta(t)$, описывающий мгновенное линейное движение и $\omega(t)$ скорость вращения КДПМ. Геометрия движения мобильного робота на декартовой плоскости приведена на Рисунке 3.

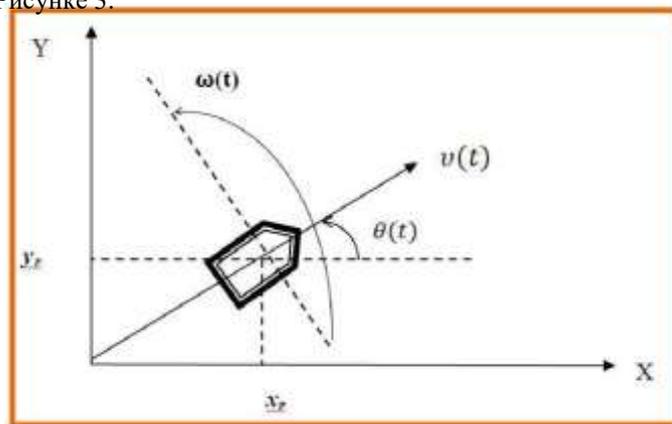


Рисунок 3: Геометрия движения робота на декартовой плоскости.

Математическая модель этого движения учитывает две управляющие переменные (v , w) и три переменные состояния: положение и ориентация робота ($x_r(t)$, $y_r(t)$, $\theta(t)$):

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_r \\ \dot{y}_r \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad (2)$$

Для того чтобы интегрировать схему Чуа в мобильного ВЕАМ робота, мы рассмотрим следующие переменные состояния:

$$x_1 = v_{c1}x_2 = v_{c2}x_3 = I_L \quad (3)$$

После приведения уравнения к) множеству уравнений цепи Чуа стали:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + b \quad (4)$$

Следовательно, уравнение состояния хаотического мобильного робота после интегрирования множества уравнения схемы Чуа с математической моделью уравнения мобильного ВЕАМ робота (4), мы получим следующую систему уравнений:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x}_r \\ \dot{y}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + b \\ v \cos(\theta) \\ v \sin(\theta) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Соответствующие параметры отображения из 3-D хаотической цепи в 2-D один выглядит следующим образом:

Таблица 1: Отображение хаотические переменных кинематической системы ВЕАМ робота, где θ соответствует углу ориентации мобильного робота.

Система	θ
Состояние 1	x_1
Состояние 2	x_2
Состояние 3	x_3

Критерии оценки устанавливаются в зависимости от цели применения. Так как мы хотели бы использовать робот, блуждая области без каких-либо карт, хаотическая траектория должна охватывать целые районы патрулирования настолько, насколько это возможно. В следующих двух критериев эффективности должны быть рассмотрены, чтобы оценить уровень охвата хаотического мобильного робота, а именно индекс производительности K и индекс равномерности $E(1)$.

В соответствии с вышеизложенным, рассмотрим область прямоугольной формы Рисунок 4, Общую площадь которого можно разделить на четыре части, обозначив $Q=1, 2, 3, 4$. Для каждого квадранта количественное измерение траектории движения можно оценить с помощью следующего уравнения:

$$K_Q = A_{uQ} / A_{rQ} \quad (6)$$

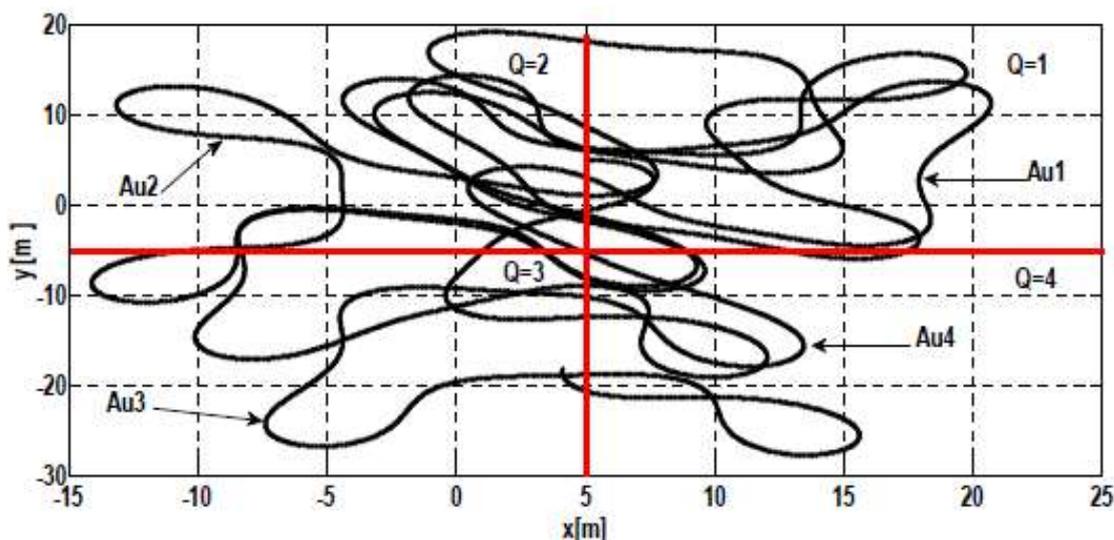


Рисунок 4. Разбиение прямоугольной области на квадранты

K_Q является индексом производительности из Q^{th} -го квадранта, A_{uQ} это область пересечения траектории в Q^{th} -ом квадранте. В нашем случае мы имеем

Индекс равномерности E в нашей ситуации может быть представлен:

$$E = 1 - \frac{\sum_{Q=1}^s K_Q \ln(k_Q)}{\ln(s)} \quad (7)$$

Где s : число типов, (в данном случае $s = 4$ четверти). E ограничено в пределах 0 и 1. Чем меньше вариаций в покрытии областей между видами, тем больше E .

Таким образом, в статье рассмотрены начальные теоретические предпосылки для дальнейшего практического исследования локомоторной деятельности BEAM мобильного робота, для построения модели хаотического передвижения с наибольшей зоной покрытия.

Список литературы

1. Жолондиевский Э.Р. Схемы петлевых сетей из NvC и NvL нейронов введение понятий ведущая и ведомая двуядерная схема.//Наука вчера, сегодня, завтра—по материалам XXXVI международной научно практической конференции: научное издание/ Э.Р. Жолондиевский— СибАК.: сб. статей № 7(29) Новосибирск, 2016.—С. 80–87.
2. Жолондиевский Э. Р. Датчики, используемые в связанных кольцевых сетях из нейронов Nvc.// Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: научно практический журнал/ Э. Р. Жолондиевский — издательство «Научные технологии».: серия «Естественные и Технические науки» № 11 2016, ООО «Научные технологии»— С. 33–37.

СЕКЦИЯ №3.

ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

СЕКЦИЯ №4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В ОБОБЩЕННЫХ КООРДИНАТАХ В СЛУЧАЕ НЕГОЛОНОМНЫХ СВЯЗЕЙ

Вронская Е.С., Ахмедов А.Д., Довгий В.А.

(Вронская Е.С., Ахмедов А.Д. - Самарский Государственный технический университет;
Довгий В.А. - Самарский Государственный университет путей сообщения)

Теоретическая механика, относясь к фундаментальным дисциплинам, закладывает основы для последующего изучения инженерных дисциплин. При изучении аналитической механики практически все решаемые задачи во время учебных занятий относятся к случаю голономных связей, наложенных на механическую систему, в частности, на твердое тело, совершающее произвольное движение. Вместе с тем, решение некоторых технических задач требует рассмотрения и неголономных связей. Уравнения Лагранжа для неголономной системы становятся более сложными. Решение системы нелинейных дифференциальных уравнений обычными методами не выполняется.

Как известно, уравнения голономных связей содержат только координаты точек механической системы (и время t при нестационарных связях).

$$f_i = (x_k, y_k, z_k, t)(1) \\ i = (1, 2, 3, \dots, g); \quad k = (1, 2, 3, \dots, n)$$

Если же связи накладывают ограничения одновременно на координаты точек и на их скорости, то такие связи называются неголономными.

$$\Phi_v(x_k, y_k, z_k, \dot{x}_k, \dot{y}_k, \dot{z}_k, t) = 0 \\ v = 1, 2, 3, \dots, l; \\ k = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

Из аналитической механики известно, что уравнения Лагранжа второго рода в форме

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} = Q_j(1, 2, 3, \dots, S)(3)$$

Получаются из выражения (его легко получить из общего уравнения динамики)

$$\sum_{j=1}^S \left[Q_j - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} \right] \delta q_j = 0 \quad (4)$$

Или

$$\left[Q_1 - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_1} \right] \delta q_1 + \left[Q_2 - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_2} \right] \delta q_2 + \dots + \left[Q_S - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_S} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_S} \right] \delta q_S = 0(5)$$

Из (5) можно вывести S уравнений Лагранжа в форме (3) только в том случае когда все S вариации обобщенных координат $\delta q_j (j=1, 2, 3, \dots, S)$ будут независимыми между собой. Это условие выполняется, если все связи, наложенные на систему, являются голономными. При этом число степеней свободы системы μ равно числу обобщенных координат S ($\mu=S$). Заметим, что число независимых вариаций обобщенных координат определяет число степеней свободы механической системы.

При наличии неголономных связей (2) некоторые вариации обобщенных координат связаны между собой уравнениями неголономных (неинтегрируемых) связей, то есть не все являются независимыми между собой.

Получается так, что число независимых вариаций обобщенных координат меньше числа самих обобщенных координат, определяющих движение системы. Как следствие этого выражение (5) не эквивалентно S независимым уравнениям в форме (3), как это было в случае голономных связей. При этом число степеней свободы системы меньше числа обобщенных координат на количество уравнений неголономных связей.

В силу выше изложенного уравнения Лагранжа для неголономных систем становятся более сложными, так как включают так называемые неопределенные множители.

Диск одновременно вращается вокруг трех осей:

1. Вокруг оси Cz^* с угловой скоростью ω_ϕ .
2. Вокруг оси Pz_ψ с угловой скоростью ω_ψ .
3. Вокруг оси P_v с угловой скоростью ω_θ .

Для диска обобщенными координатами и их вариациями, а также соответствующими обобщенными скоростями будут:

$$\delta q_1 = \delta x_c, q_1 = x_c$$

$$\delta q_2 = \delta y_c, q_2 = y_c$$

$$\delta q_3 = \delta \varphi, q_3 = \varphi$$

$$\delta q_4 = \delta \psi, q_4 = \psi$$

$$\delta q_5 = \delta \Theta, q_5 = \Theta$$

Установим уравнения неголономной связи. Для этого используем условие отсутствия скольжения диска:

$$\vec{V}_p = \vec{V}_c + \omega \times CP = 0.$$

Где абсолютная скорость центра C диска

$$\vec{V}_c = \dot{X}_c \cdot \bar{i} + \dot{Y}_c \bar{j} + \dot{Z}_c \bar{k}.$$

Найдем проекции вектора V_c на оси системы отсчета $Pv\eta z_\psi$:

$$\begin{aligned} V_{cv} &= \vec{V}_c \cdot \bar{v}^0 = \dot{X}_c \cdot \cos\psi + \dot{Y}_c \sin\psi \\ V_{cu} &= \vec{V}_c \cdot \bar{u}^0 = -\dot{X}_c \cdot \sin\psi + \dot{Y}_c \cdot \cos\psi \\ V_{cz\psi} &= \vec{V}_c \cdot \bar{k}^0 = \dot{Z}_c \end{aligned}$$

Абсолютная угловая скорость диска

$$\omega = \omega_\phi + \omega_\psi + \omega_\theta = \dot{\phi} + \dot{\psi} + \dot{\theta}.$$

$$\text{Поэтому } \omega \times CP = \begin{vmatrix} \bar{v}^0 & \bar{u}^0 & \bar{k}^0 \\ \dot{\theta} & -\dot{\psi} \cdot \sin\theta & \dot{\psi} + \dot{\phi} \cos\theta \\ 0 & -r \cdot \cos\theta & -r \cdot \sin\theta \end{vmatrix}$$

уравнениями связи будут

$$V_{pv} = \dot{X}_c \cos\psi + \dot{Y}_c \sin\psi + r\dot{\phi} + r\dot{\psi} \cos\theta = 0$$

$$V_{pu} = -\dot{X}_c \sin\psi + \dot{Y}_c \cos\psi + r\dot{\theta} \sin\theta = 0. \quad (7)$$

$$V_{pz\psi} = \dot{Z}_c - r\dot{\theta} \cdot \cos\theta = 0$$

Первые два уравнения не интегрируются и выражают неголономную связь. Что касается третьего уравнения, то оно легко интегрируется

$$z_c = r \sin\Theta$$

Согласно (7) условиями накладываемыми неголономной связью на вариации обобщенных координат будут

$$\begin{aligned} \cos\psi \cdot \delta x_c + \sin\psi \delta y_c + r\delta\phi + r \cdot \cos\theta \delta\psi &= 0 \\ -\sin\psi \cdot \delta x_c + \cos\psi \cdot \delta y_c + r \cdot \sin\theta \delta\theta &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Итак, мы имеем пять обобщенных координат ($S=5$), два уравнения неголономных связей ($L=2$), которые связывают вариации обобщенных координат. Из пяти вариаций, только три из них являются независимыми в силу наличия двух неинтегрируемых уравнений (8). Поэтому диску можно сообщить только три независимых возможных перемещения (три независимых вариации координат). Отсюда следует, что число степеней свободы диска $\mu = S - L = 3$.

Из (8) следует, что коэффициенты a_{vj} при вариациях обобщенных координат в уравнениях неголономной связи равны

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos\psi & a_{12} &= \sin\psi & a_{13} &= r & a_{14} &= r \cos\theta & a_{15} &= 0 \\ a_{21} &= -\sin\psi & a_{22} &= \cos\psi & a_{23} &= 0 & a_{24} &= 0 & a_{25} &= r \sin\theta \end{aligned}$$

Для диска уравнения Лагранжа второго рода с неопределенными множителями (неопределенных множителей столько, сколько неголономных связей) в общем виде записываются так

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{X}_c} \right] - \frac{\partial T}{\partial X_c} &= Q_{X_c} + a_{11} \cdot \lambda_1 + a_{21} \cdot \lambda_2, \\ \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{Y}_c} \right] - \frac{\partial T}{\partial Y_c} &= Q_{Y_c} + a_{12} \cdot \lambda_1 + a_{22} \cdot \lambda_2, \\ &13 \cdot \lambda_1 + a_{23} \cdot \lambda_2, \\ \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}} \right] - \frac{\partial T}{\partial \phi} &= Q_\phi + a \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{\psi}} \right] - \frac{\partial T}{\partial \psi} = Q_\psi + a_{14} \cdot \lambda_1 + a_{24} \cdot \lambda_2, \\ \frac{d}{dt} \left[\frac{\partial T}{\partial \dot{\theta}} \right] - \frac{\partial T}{\partial \theta} &= Q_\theta + a_{15} \cdot \lambda_1 + a_{25} \lambda_2. \end{aligned}$$

(9)

На диск действует момент M_ϕ , сила тяжести mg и приложенная в точке Р реакция связи, включая и силу трения.

Кинетическая энергия диска

$$T = \frac{1}{2} m v_c^2 + \frac{1}{2} (I_{c\xi} \omega_{c\xi}^2 + I_{c\eta} \omega_{c\eta}^2 + I_{cz} \omega_{cz}^2) + \frac{1}{2} m v_c^2 + \frac{1}{2} (I_{c\xi} \omega_{c\xi}^2 + I_{c\eta} \omega_{c\eta}^2 + I_{cz} \omega_{cz}^2),$$

Где оси $C\xi\eta Z^*Z^*$ являются главными осями инерции; $\omega_{c\xi}, \omega_{c\eta}, \omega_{cz}, \omega_{c\xi}, \omega_{c\eta}, \omega_{cz}$ - проекции вектора абсолютной угловой скорости на указанные оси.

Поскольку

$$\omega_{c\xi} = \theta \omega_{c\xi} = \theta, \quad \omega_{c\eta} = \psi' \sin \theta, \omega_{c\eta} = \psi' \sin \theta, \omega_{cz} = \varphi' \omega_{cz} = \varphi'_{+\psi} \cos \theta. \cos \theta.$$

Учитывая, что

$$I_{c\eta} = I_{c\xi} = \frac{mr^2}{4} I_{c\eta} = I_{c\xi} = \frac{mr^2}{4}, \quad I_{cz} = \frac{mr^2}{2} I_{cz} = \frac{mr^2}{2}.$$

$$V_c^2 = x_c'^2 + y_c'^2 + z_c'^2, \quad \text{где} \quad z_c' = r\theta' \cos \theta$$

$$V_c^2 = x_c'^2 + y_c'^2 + z_c'^2, \quad \text{где} \quad z_c' = r\theta' \cos \theta,$$

получим

$$T = \frac{1}{2} m (x_c'^2 + y_c'^2) + \frac{1}{2} m r^2 \left[\frac{1}{2} \varphi'^2 + \frac{1+\cos \theta^2}{4} \psi'^2 + \frac{1+4 \cos \theta^2}{4} \theta'^2 + \varphi' \psi' \cos \theta \right].$$

$$\frac{1}{2} m (x_c'^2 + y_c'^2) + \frac{1}{2} m r^2 \left[\frac{1}{2} \varphi'^2 + \frac{1+\cos \theta^2}{4} \psi'^2 + \frac{1+4 \cos \theta^2}{4} \theta'^2 + \varphi' \psi' \cos \theta \right].$$

Производные в уравнениях Лагранжа:

$$1.) \quad \frac{\partial T}{\partial x_c'} = m x_c', \frac{\partial T}{\partial x_c'} = m x_c', \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial x_c'} \right) = m x_c'', \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial x_c'} \right) = m x_c'', \frac{\partial T}{\partial x_c} = 0, \frac{\partial T}{\partial x_c} = 0.$$

$$2.) \quad \frac{\partial T}{\partial y_c'} = m y_c', \frac{\partial T}{\partial y_c'} = m y_c', \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial y_c'} \right) = m y_c'', \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial y_c'} \right) = m y_c'', \frac{\partial T}{\partial y_c} = 0, \frac{\partial T}{\partial y_c} = 0.$$

$$3.) \quad \frac{\partial T}{\partial \varphi_c'} = \frac{1}{2} m r^2 (\varphi' + \psi' \cos \theta), \frac{\partial T}{\partial \varphi_c'} = \frac{1}{2} m r^2 (\varphi' + \psi' \cos \theta),$$

(10)

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \varphi_c'} \right) = \frac{1}{2} m r^2 (\varphi'' + \psi'' \cos \theta - \theta' \psi' \sin \theta)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \varphi_c'} \right) = \frac{1}{2} m r^2 (\varphi'' + \psi'' \cos \theta - \theta' \psi' \sin \theta), \quad \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0.$$

$$4.) \quad \frac{\partial T}{\partial \psi_c'} = \frac{1}{2} m r^2 \left(\frac{1+\cos \theta^2}{2} \psi' + \varphi' \cos \theta \right), \frac{\partial T}{\partial \psi_c'} = \frac{1}{2} m r^2 \left(\frac{1+\cos \theta^2}{2} \psi' + \varphi' \cos \theta \right),$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \psi'_c} \right) = \frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1 + \cos \theta^2}{2} \psi'' + \varphi'' \cos \theta - \frac{1}{2} \psi' \theta' \sin 2\theta - \varphi' \theta' \sin \theta \right),$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \psi'_c} \right) = \frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1 + \cos \theta^2}{2} \psi'' + \varphi'' \cos \theta - \frac{1}{2} \psi' \theta' \sin 2\theta - \varphi' \theta' \sin \theta \right),$$

$$\frac{\partial T}{\partial \psi} = 0.$$

$$5.) \frac{\partial T}{\partial \theta'} = \frac{1}{2} mr^2 \frac{1 + 4 \cos \theta^2}{2} \theta';$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \theta'} \right) = \frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1 + 4 \cos \theta^2}{2} \theta'' - 2\theta'^2 \sin 2\theta \right);$$

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1}{4} \psi'^2 \sin 2\theta + \theta'^2 \sin 2\theta + \varphi' \psi' \sin 2\theta \right).$$

Элементарная работа активных сил системы :

$$\begin{aligned} \delta A &= mg(\delta x_c + \delta y_c + \delta z_c) + M_\varphi \delta \varphi + 0 \delta \psi = \\ &= 0 \delta x_c + 0 \delta y_c - mgr \cos \theta \delta \theta + M_\varphi \delta \varphi + 0 \delta \psi \\ &= 0 \delta x_c + 0 \delta y_c - mgr \cos \theta \delta \theta + M_\varphi \delta \varphi + 0 \delta \psi, \end{aligned} \quad (11)$$

Где принято $\delta z_c = r \cos \theta \delta \theta$, $\delta z_c = r \cos \theta \delta \theta$.

Реакция опорной поверхности, в том числе и сила трения, работу не совершает, так как диск катится без скольжения.

Из (11) следует $Q_{x_c}=0$, $Q_{y_c}=0$, $Q_\varphi = M_\varphi Q_\varphi = M_\varphi$, $Q_\psi = 0$, $Q_\psi = 0$, $Q_\theta = -mgr \cos \theta$, $Q_\theta = -mgr \cos \theta$.

Согласно (9) и (10) уравнения движения диска с неголономными связями записываются в следующем виде:

- 1.) $m x_c'' = \lambda_1 \cos \psi - \lambda_2 \sin \psi, m x_c'' = \lambda_1 \cos \psi - \lambda_2 \sin \psi,$
- 2.) $m y_c'' = \lambda_1 \sin \psi - \lambda_2 \cos \psi, m y_c'' = \lambda_1 \sin \psi - \lambda_2 \cos \psi,$
- 3.) $\frac{1}{2} mr^2 (\varphi'' + \psi'' \cos \theta - \theta' \psi' \sin \theta) = \lambda_1 r + M_\varphi,$
 $\frac{1}{2} mr^2 (\varphi'' + \psi'' \cos \theta - \theta' \psi' \sin \theta) = \lambda_1 r + M_\varphi,$
- 4.) $\frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1 + \cos \theta^2}{2} \psi'' + \varphi'' \cos \theta - \frac{1}{2} \psi \theta' \sin 2\theta - \varphi' \theta' \sin \theta = \lambda_1 r \cos \theta \right)$
 $\frac{1}{2} mr^2 \left(\frac{1 + \cos \theta^2}{2} \psi'' + \varphi'' \cos \theta - \frac{1}{2} \psi \theta' \sin 2\theta - \varphi' \theta' \sin \theta = \lambda_1 r \cos \theta \right)$

5.)

$$\frac{1}{2}mr^2 \left(\frac{1+4 \cos^2 \theta}{2} \theta'' - \theta'^2 \sin 2\theta + \frac{1}{4} \psi'^2 \sin 2\theta + \varphi' \psi' \sin \theta \right) == \lambda_2 r \sin \theta - mgr \cos \theta.$$

$$\frac{1}{2}mr^2 \left(\frac{1+4 \cos^2 \theta}{2} \theta'' - \theta'^2 \sin 2\theta + \frac{1}{4} \psi'^2 \sin 2\theta + \varphi' \psi' \sin \theta \right) == \lambda_2 r \sin \theta - mgr \cos \theta.$$

Таким образом, получено пять дифференциальных уравнений движения системы и два дифференциальных уравнения неголономной связи. Всего семь дифференциальных уравнений, из которых необходимо определить семь неизвестных:

$$x_c, y_c, \varphi, \psi, \theta, \lambda_1, \lambda_2.$$

Однако решение такой системы нелинейных дифференциальных уравнений обычными методами не выполняется.

Рассмотрим частный случай движения диска, когда он остается во все время движения в вертикальной плоскости (рис. 1б). Когда

$$\Theta = \frac{\pi}{2} = \text{const}, \quad \delta\theta = 0, \quad \theta' = 0, \quad \frac{\pi}{2} = \text{const}, \quad \delta\theta = 0, \quad \theta' = 0.$$

Уравнения неголономных связей преобразуются в более простой вид:

$$x'_c \cos \psi + y'_c \sin \psi + r\varphi' = 0.$$

$$-x'_c \sin \psi + y'_c \cos \psi = 0.$$

Эти два уравнения можно записать так:

$$x'_c + r\varphi' \cos \psi = 0.$$

$$y'_c + r\varphi' \sin \psi = 0.$$

Уравнения (8) также упрощаются

$$\delta x_c + 0\delta y_c + r \cos \psi \delta \varphi + 0\delta \psi = 0, \quad x_c + 0\delta y_c + r \cos \psi \delta \varphi + 0\delta \psi = 0.$$

$$0 \delta x_c + I\delta y_c + r \sin \psi \delta \varphi + 0\delta \psi = 0, \quad x_c + I\delta y_c + r \sin \psi \delta \varphi + 0\delta \psi = 0.$$

Здесь

$$a_{11} = I, \quad a_{12} = 0, \quad a_{13} = r \cos \psi, \quad a_{14} = 0,$$

$$a_{21} = 0, \quad a_{22} = I, \quad a_{23} = r \sin \psi, \quad a_{24} = 0.$$

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{1}{2}m(x_c'^2 + y_c'^2) + \frac{mr^2}{8}\psi'^2 + \frac{mr^2}{4}\varphi'^2.$$

Поскольку элементарная работа активных сил системы

$$\delta A = m\vec{g}(\delta\vec{x}_c + \delta\vec{y}_c + \delta\vec{z}_c) + M_\varphi \delta\varphi + 0\delta\psi = \\ = 0\delta x_c + 0\delta y_c - mgr \cos \theta \delta\theta + M_\varphi \delta\varphi + 0\delta\psi,$$

То обобщенные силы равны

$$Q_{xc} = 0, \quad Q_{yc} = 0, \quad Q_{\varphi} = M_{\varphi}, \quad Q_{\psi} = 0.$$

На основании уравнений (10) запишем:

$$1) mx_c'' = \lambda_1, mx_c'' = \lambda_1,$$

$$2) my_c'' = \lambda_2, my_c'' = \lambda_2,$$

$$3) \frac{mr^2}{2} \varphi'' = M_{\varphi} + \lambda_1 r \cos \psi + \lambda_2 r \sin \psi, \frac{mr^2}{2} \varphi'' = M_{\varphi} + \lambda_1 r \cos \psi + \lambda_2 r \sin \psi,$$

$$4) \frac{mr^2}{4} \psi'' = 0, \frac{mr^2}{4} \psi'' = 0.$$

Интегрирование последнего уравнения с учетом начальных условий (при $t=0 \quad \psi=0$

$$\varphi' = \Omega_0) \text{ дает } \psi = \Omega_0 t, \varphi' = \Omega_0) \text{ дает } \psi = \Omega_0 t.$$

Заменяя множители Лагранжа их значениями в третьем уравнении, получим

$$\frac{mr^2}{2} \varphi'' = M_{\varphi} + mx_c'' r \cos \psi + my_c'' r \sin \psi.$$

$$\frac{mr^2}{2} \varphi'' = M_{\varphi} + mx_c'' r \cos \psi + my_c'' r \sin \psi.$$

На основании уравнений неголономных связей (7) имеем

$$x_c' = -r\varphi' \cos \psi, \quad x_c' = -r\varphi' \cos \psi,$$

$$mx_c'' = -r\varphi'' \cos \psi + r\varphi' \psi' \sin \psi,$$

$$mx_c'' = -r\varphi'' \cos \psi + r\varphi' \psi' \sin \psi,$$

$$y_c' = -r\varphi' \sin \psi, \quad my_c'' = -r\varphi'' \sin \psi - r\varphi' \psi' \cos \psi.$$

Подставляя эти значения x_c'' и y_c'' в

уравнения (11), получим

$$\frac{3mr^2}{2} \varphi'' = M_{\varphi}.$$

Откуда выводим

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{M_{\varphi}}{3mr^2} t^2, \varphi = \omega_0 t + \frac{M_{\varphi}}{3mr^2} t^2, \text{ (при } t=0 \quad \varphi' = \omega_0). \varphi' = \omega_0).$$

С другой стороны,

$$x_c' = -r\varphi' \cos \psi = -r \left(\omega_0 + \frac{2M_{\varphi}}{3mr^2} t \right) \cos \Omega_0 t,$$

$$y_c' = -r\varphi' \sin \psi = -r \left(\omega_0 + \frac{2M_{\varphi}}{3mr^2} t \right) \sin \Omega_0 t.$$

Наконец, выполняя интегрирование последних двух дифференциальных уравнений, найдем искомые уравнения движения центра диска

$$x_c = \frac{2}{3} \frac{M_{\varphi}}{mr\Omega_0^2} (1 - \cos \Omega_0 t) - \frac{1}{\Omega_0} \left(\frac{2M_{\varphi}}{3mr} t + r\omega_0 \right) \sin \Omega_0 t,$$

$$y_c = \frac{1}{\Omega_0} \left(\frac{2}{3} \frac{M_{\varphi}}{mr} t + r\omega_0 \right) \cos \Omega_0 t - \frac{2}{3} \frac{M_{\varphi}}{mr\Omega_0^2} \sin \Omega_0 t - r \frac{\omega_0}{\Omega_0}$$

$$y_c = \frac{1}{\Omega_0} \left(\frac{2}{3} \frac{M_{\varphi}}{mr} t + r\omega_0 \right) \cos \Omega_0 t - \frac{2}{3} \frac{M_{\varphi}}{mr\Omega_0^2} \sin \Omega_0 t - r \frac{\omega_0}{\Omega_0}.$$

Список литературы

- 1.Аппель П. Теоретическая механика. Том II. 1960.
- 2.Лурье А.И. Аналитическая механика. 1961.
3. Мещерский И.В. Сборник заданий по теоретической механике.1986.
- 4.Старжинский В.М. Теоретическая механика.- М.: Наука 1980.
5. Шинкин В.Н. Теоретическая механика. Динамика и аналитическая механика. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2011.
- 6.Тарг С.М. Методические указания и контрольные задания. – М. «Высшая школа»,1989.
7. Яблонский А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для Вузов. – М. «Высшая школа»,1985.
- 8.Диевский В.А. Теоретическая механика. Учебное пособие.- СПб.: издательство «Лань», 2009.
- 9.Митюшов Е.А., Берестова С.А. Теоретическая механика. Учебник для студентов высш.учебн. заведений/- М.: Издательский центр «Академия»,2006.
- 10.Вронская Е.С., Павлов Г.В., Элекина Е.Н. Основы аналитической механики. Учебное пособие.- Самара: СГАСУ, 2013.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРИОДОВ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Зукол А.В.

Сибирский федеральный университет, РФ, г. Красноярск

Быстроразвивающиеся технологии, рост потребления электроэнергии приводят к необходимости расширения электрической сети (ЭС). Это в свою очередь требует создание проектов новых энергетических объектов, либо реконструкции старых. Разрабатываются несколько вариантов развития сети, каждый из которых в полной мере обеспечивается необходимый результат по расширению ЭС.

Однако, не всегда вариант, лучший по технологическим параметрам, реализуется в жизнь, поскольку он может быть экономически неэффективным. Таким образом, требуется найти «золотую середину» между техническим и экономическим критерием. Для этой цели разрабатываются несколько вариантов развития объекта, удовлетворяющих заданным техническим параметрам (напряжение сети, наибольшая мощность потребителя), а затем рассчитываются технико-экономические показатели (ТЭП), обобщающие критерии сравнительной эффективности (критерии оптимальности), на основе анализа (сопоставления) которых выбирается наилучший (оптимальный) вариант проекта.

В данной статье была произведена попытка сравнения основных критериев эффективности: в период плановой экономики – минимум приведенных затрат, в период рыночной экономики – максимум чисто дисконтированного дохода и минимальный срок окупаемости.

Одним из первых показателей является срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, который был предложен в 1937 году С. А. Кукель-Краевским. Необходимость применения данного показателя была вызвана при увеличении темпов строительства новых объектов требованием обоснования эффективности этих энергообъектов [5]. Рабочая формула выглядела следующим образом:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{I_1 - I_2} \quad (1)$$

где K_1 и K_2 , I_1 и I_2 - капиталовложения и издержки в первый и второй варианты при $K_1 < K_2$ и $I_1 > I_2$, руб.

Если $T_{\text{ок}} < T_{\text{н}}$, то выгоднее будет вариант с большими капитальными вложениями. $T_{\text{н}}$ – нормативный срок окупаемости, который обратно пропорционален нормативному коэффициенту эффективности (принимается равным ставке ЦБ с учётом рисков).

В действующих методических указаниях указан несколько иной критерий срока окупаемости [6], отображающий время, необходимое для возмещения суммы первоначальных капиталовложений с помощью накопленной прибыли [4]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi}, \quad (2)$$

где Π – приток денежных средств, получаемый за счёт сооружения объекта.

Под дисконтированным сроком окупаемости будем считать такой период времени от момента строительства объекта до того момента, когда дисконтированные доходы от эксплуатации объекта будут равны первоначальным капитальным вложениям.

Этот критерий очень прост, однако он не отражает, какую выгоду принесет проект за пределами срока окупаемости. В результате вариант с меньшим сроком окупаемости может показаться более предпочтительным, чем вариант, способный принести больший суммарный доход.

Период централизованной (плановой) экономики характеризуется приоритетом народнохозяйственных интересов. При этом при разработке энергетического объекта оптимальное решение выбиралось на основе минимума народнохозяйственного критерия оптимальности, выражаемого приведенными затратами. Данный критерий был выведен в 50-х годах. На его основе в 1969 году была разработана «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений». Методологическое обоснование аппарата приведенных затрат в статической и динамической постановке применительно к задачам развития систем электроэнергетики выполнено, в частности, в трудах профессора Д. А. Арзамасцева [1, 2]. Для динамической задачи формула (критерий) приведенных затрат записывается в виде следующей приближённой аддитивной функции:

$$Z_{\text{пр}} = \sum_{t=1}^T (E_{\text{н}} \cdot K_{it} + \Delta I_{it}) \cdot (1 + E_{\text{нп}})^{T-t} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где ΔI_{it} – величина издержек i -го года по сравнению с $(i-1)$ -м годом; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений; $E_{\text{нп}}$ – норматив приведения разновременных затрат, длительный период принимавший значение равным 0,08, в энергетике принято считать равным нормативному коэффициенту эффективности, имеющий новый экономический смысл [3].

Этот критерий можно отнести к расчётам проектов, строительство которых осуществляется в течение нескольких лет, например, ВЛ высокого напряжения большой пропускной способности без промежуточных отборов мощности, электрические станции средней мощности и т. д.

Для простейшего статического случая, когда срок строительства менее одного года, имеем,

$$Z_{\text{пр}} = E_{\text{н}} \cdot K + I \rightarrow \min, \quad (4)$$

Приобретение республиками бывшего СССР политической и экономической самостоятельности, переход экономики на рыночные условия хозяйствования привело к необходимости разработки новых методов определения экономической эффективности принимаемых технических решений. На первый план ставится требование хозрасчётной эффективности, которая находит свое выражение в прибыли или в хозрасчётном доходе.

В 1999 году была принята новая методика, которая называлась «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» [11]. Основным показателем эффективности инвестиций, входящим в эту методику, является чистый дисконтированный доход (ЧДД).

ЧДД представляет разницу между суммой денежных поступлений, дисконтированных к их текущей стоимости, и суммой дисконтированных текущих стоимостей всех затрат, необходимых для реализации этого проекта [9].

Расчётная формула приведена в методических рекомендациях в следующем виде [10]:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \lambda_t = \sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E)^t} \rightarrow \max, \quad (5)$$

где R_t и Z_t – результаты и затраты, достигаемые на t -ом шаге расчёта; λ_t – коэффициент дисконтирования; E – ставка дисконтирования.

Эффективным считается проект с наибольшим значением ЧДД и больше нуля. Если же ЧДД меньше нуля, то проект отклоняется.

Недостатком данного критерия является необходимость в дополнительных расчётах как возможно прибыльных, так и убыточных проектов, поскольку не предусматривается отбор на начальном этапе заведомо неэффективных вариантов проекта с помощью ЧДД [10].

Для анализа рассматриваемых методов сравнительной экономической эффективности были созданы 15 математических моделей, для каждой из которой существует два варианта развития. Схемы отличаются техническими параметрами (номинальным напряжением, наибольшей нагрузкой), конфигурацией схемы сети (замкнутая, разомкнутая, смешанная), конструктивным исполнением (КЛ, ВЛ, ВЛ с изолированными проводами). Для каждого варианта рассчитаны технико-экономические показатели сравнительной эффективности.

Доход для этих схем будет представлен в виде прибыли от вырученной электроэнергии, которая определяется заданной максимальной мощностью, и прибыли от подключения нового технологического присоединения. Стоимость присоединения определяется сетевой компанией РСК ПАО «МРСК Сибири». Предположим, что срок строительства объектов составляет 2 года. Капиталовложения будут распределены равномерно на 2 части. Ввод в эксплуатацию объекта будет после 1 года строительства и работать будет на половину мощности. А примерный срок нормальной эксплуатации будет составлять 25 лет, при этом годовые издержки и годовой ущерб будут неизменны каждый год [7].

В таблице 1 представим пример денежных потоков для модели РЭС, выполненной изолированным проводом СИП-3 1х50. Аналогично составляется таблица денежных потоков для второго варианта, выполненного неизолированным проводом АС-50/8.

Таблица 1. Денежные потоки для варианта 1 (СИП-3 1х50)

Год	Капитальные вложения, тыс. руб.	Издержки на амортизацию и обслуживание, тыс. руб.	Издержки на потери электроэнергии, тыс. руб.	Ущерб, тыс. руб.	Доход, тыс. руб.	Приведенные затраты, тыс. руб.	ЧДД, тыс. руб.
0	10962,7	0	0	0	0	1260,711	-10962,700
1	10962,7	613,911	442,763	40,164	3014,323	2628,667	-8112,300
2		613,911	464,901	40,164	6330,079	1391,139	4191,600
3		613,911	488,146	40,164	6646,583	1583,343	3970,839
4		613,911	512,554	40,164	6978,912	1803,151	3760,515
5		613,911	538,181	40,164	7327,857	2054,679	3560,269
6		613,911	565,090	40,164	7694,250	2342,674	3369,739
7		613,911	593,345	40,164	8078,963	2672,617	3188,561
8		613,911	623,012	40,164	8482,911	3050,840	3016,371
9		613,911	654,163	40,164	8907,056	3484,661	2852,806
10		613,911	686,871	40,164	9352,409	3982,538	2697,511
11		613,911	721,214	40,164	9820,030	4554,258	2550,133
12		613,911	757,275	40,164	10311,031	5211,145	2410,327
13		613,911	795,139	40,164	10826,583	5966,310	2277,759
14		613,911	834,896	40,164	11367,912	6834,934	2152,099
15		613,911	876,641	40,164	11936,308	7834,613	2033,030
16		613,911	920,473	40,164	12533,123	8985,737	1920,243
17		613,911	966,496	40,164	13159,779	10311,953	1813,440
18		613,911	1014,821	40,164	13817,768	11840,688	1712,333
19		613,911	1065,562	40,164	14508,656	13603,771	1616,645
20		613,911	1118,840	40,164	15234,089	15638,149	1526,109
21		613,911	1174,782	40,164	15995,794	17986,723	1440,468
22		613,911	1233,521	40,164	16795,583	20699,328	1359,477

23		613,911	1295,198	40,164	17635,363	23833,867	1282,900
24		613,911	1359,957	40,164	18517,131	27457,644	1210,511
25		613,911	1427,955	40,164	19442,987	31648,908	1142,094

В конечном итоге сумма по приведенным затратам составляет 238663,048 тыс. руб., а по ЧДД – 37980,780 тыс. руб. Дисконтированный срок окупаемости для первого варианта составляет 3,85 года, для второго варианта – 3,04 года.

В таблице 2 представим результаты расчётов показателей сравнительной эффективности для каждой модели, и укажем есть ли совпадение в приоритетном варианте развития. Наилучший вариант из двух будет считаться вариант с наименьшими приведенными затратами и сроком службы или наибольшим показателем ЧДД. В таблице выделены оптимальные варианты развития каждой модели.

Таблица 2. Сравнение технико-экономических показателей эффективности

№ модели	№ варианта	Приведенные затраты, тыс. руб.	Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	Срок окупаемости, лет	Совпадение минимума Z_n и ЧДД
1	1	238663,048	37980,780	3,85	+
	2	237059,917	40341,575	3,04	
2	1	730010,821	119972,248	2,793	+
	2	447816,462	135270,534	2,776	
3	1	10924,9665	103099,3019	5,701	+
	2	25163,4884	71785,7484	8,352	
4	1	69520,120	34545,411	1,197	+
	2	62514,629	34700,955	1,222	
5	1	134590,375	135495,945	6,684	+
	2	104780,663	145392,260	6,660	
6	1	165541,652	265612,421	3,836	+
	2	174697,212	258662,779	3,906	
7	1	182829,832	805220,170	1,692	+
	2	178123,652	808850,551	1,675	
8	1	808039,689	679695,306	2,050	+
	2	766845,655	685651,612	1,995	
9	1	115487,378	479911,569	2,047	+
	2	118790,575	478082,005	2,096	
10	1	318277,904	856438,777	4,188	+
	2	409989,204	806361,245	4,709	
11	1	204506,3089	345183,461	4,701	+
	2	201049,239	361907,152	4,515	
12	1	512688,874	609819,654	6,150	+
	2	597658,416	350530,280	6,744	
13	1	430407,609	822968,525	1,550	+
	2	577181,744	772889,376	2,093	
14	1	370263,804	685168,946	1,934	+
	2	297973,510	690348,850	1,550	
15	1	934027,250	879045,672	1,344	+
	2	859501,275	888468,269	1,286	

Из таблицы 1 следует, что в период строительства (в нашем случае 2 года) ЧДД получается отрицательным, а, следовательно, полученный доход на 2 год строительства не перекрывает расходы, связанные с капитальными вложениями, издержками и ущербом. Это связано с тем, что объект вышел на неполную мощность и доход от реализации электрической относительно небольшой.

Если не учитывать фактор времени и рассматривать всё в статической постановке, то показатель ЧДД принимает отрицательное значение и можно сделать неверный вывод об эффективности проекта. Стоит заметить, что при реальной разработке объекта показатели сравнительной экономической эффективности используют в динамической постановке задачи.

Результаты таблицы 2 свидетельствует о том, что выводы по традиционному методу приведенных затрат и современному в виде чисто дисконтированного дохода совпадают. Из этого следует, что при выборе оптимального варианта развития энергообъекта можно использовать незаслуженно забытый метод приведенных затрат [8]. Данный метод намного проще ЧДД, в котором требуется предварительный расчёт дохода и в целом денежных потоков.

Помимо вышесказанного критерий приведенных затрат отражает компромисс между текущими (на сегодняшний день) капитальными вложениями и будущими эксплуатационными издержками. Приведенные затраты – это по сути компромисс между интересами сегодняшнего поколения, заинтересованного в меньших инвестициях сегодня, и будущего поколения, заинтересованного в меньших эксплуатационных расходах завтра.

Список литературы

1. Арзамасцев Д. А. Проблема учёта расплывчатости технико-экономических оценок в задачах развития систем электроэнергетики / Д. А. Арзамасцев // Изв. ВУЗов Энергетика. – 1993. – №7-8. – С. 112-124.;
2. Арзамасцев Д.А., Липес. А.В., Мызин А.Л. Модели оптимизации развития энергосистем. – М.: Высш. шк., 1987. - 272 с.;
3. Бренц А. Д., Гандкин В. Я., Уринсон Г. С. Экономика газодобывающей промышленности. - М., 1975. - 248 с.;
4. Герасименко А. А., Федин В. Т. Электроэнергетические системы и сети: расчёты, анализ, оптимизация режимов работы и проектных решений электрических сетей: учебное пособие. - Ростов н/Д: Феникс, 2018. - 471 с.;
5. Денисов В. И., Дзюба А. А. Эволюция обоснования экономической эффективности проектов в электроэнергетике // Электрические станции. - 2015. - №1. - С. 4-8.;
6. Кравченко А. В., Дагбаева Е. Б. Техничко-экономическое обоснование применения компенсирующих устройств в электрических сетях // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. - 2014. - №5. - С. 111-114.;
7. Красильникова Т. Г., Самородов Г. И. Упрощённый подход к расчёту показателей экономической эффективности энергетических объектов. – Энергетика. – №6. – 2014.;
8. Падалко Л. П. Методы технико-экономических расчётов в условиях рыночной экономики // Изв. ВУЗов Энергетика. – 1993. – №1-2. – С. 118-124.;
9. Раянова Г. Н. Исследование современных методов оценки инвестиционных проектов // Устойчивое развитие науки и образования. - 2016. - №2. - С. 61-65.;
10. Старик Д. Э. Экономическая оценка инновационных проектов // Иноватика и экспертиза. - 2010. - №2. - С. 120-134.;
11. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов // Официальное издание, 2-я редакция. – М.: Экономика, 2000.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

СЕКЦИЯ №10.1.

ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ И ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОЕ ИСКУССТВО И АРХИТЕКТУРА

РОЛЬ П.К. ВАУЛИНА В ВОЗРОЖДЕНИИ РУССКОЙ КЕРАМИКИ НА РУБЕЖЕ XIX–XX ВЕКОВ

Сафронова Е.М.

Санкт-Петербургский государственный академический институт живописи, скульптуры и архитектуры
имени И. Е. Репина при Российской академии художеств, г. Санкт-Петербург

Огромная роль в становлении керамического искусства принадлежала мастерской, основанной в 1890-м году, в подмосковном имении С.И. Мамонтова. Абрамцево можно назвать родиной возрождения майолики и местом, где начался творческий путь Петра Кузьмича Ваулина – химика-технолога, приглашенного для организации технических вопросов производства.

П.К. Ваулин родился на Урале в селе Черемисское в 1870 году [1]. В 1888 получил от Земства стипендию в краснофимскую сельскохозяйственную техническую школу, которую окончил в 1890 г. по классу керамики [2]. Изучал керамическую отрасль в России и Финляндии [3]. С 1890 по 1903 годы он являлся организатором и заведующим знаменитой гончарной мастерской «Абрамцево», где были созданы несколько уникальных рецептов красочных покрытий и заново открыт забытый способ восстановительного обжига [4]. Здесь он творчески сблизился с Михаилом Александровичем Врубелем, одним из первых художников, серьезно увлеченных возможностями керамики.

Ко времени совместной работы М. Врубеля и П. Ваулина относятся керамическая маска ливийского льва, скульптуры Демона, печь-лежанка, майоликовые скульптуры «Египтянка», «Девушка в венке», «Снегурочка» и «Садко», камин «Микула Селянинович и Вольга» и другие [5]. Органичная форма, сложная моделировка и глубокие цвета – все это производит необыкновенное эмоциональное и декоративное впечатление от керамических работ в интерьере. Благодаря совместной работе П. Ваулина и М. Врубеля удалось гармонично соединить в произведениях пластическую форму, цвет и тонкий рисунок.

В середине 1906 года Петр Кузьмич переезжает в Петербург, где совместно с О.О. Гельдвейном и архитектором В.С. Карповичем организывает собственное предприятие в поселке Кикерино. Глубокие профессиональные знания и уникальный художественный опыт абрамцевского периода позволили мастеру предаться поискам собственного декоративного языка керамики, решать художественные задачи и организовывать практическую деятельность мастерской. Вместе с Ваулиным здесь начинают работать виднейшие художники того времени В.Э. Борисов-Мусатов, Н.В. Васильев, Н. Лансере, А.М. Матвеев, Р.Ф. Мельцер, С.В. Чехонин и Н.К. Рерих [6].

Особенно стоит отметить эксперименты по созданию керамической палитры. В своей работе П.К. Ваулин успешно применял не только традиционные окислительные глазури, но и сложные техники – кракле, восстановительный обжиг, люстровые и авантюриновые глазури [7]. Мастер отдавал предпочтение ручной росписи изделий – глазурь наносилась кистью по рельефу или гладкой поверхности предметов.

Керамические произведения мастера всегда отличались сложными колористическими решениями, стилистической новизной и разнообразием, а также ручной техникой изготовления.

Среди наиболее известных работ Петра Кузьмича Ваулина – керамические панно для Ярославского вокзала и Третьяковской галереи в Москве, декорирование Кронштадтского собора в Петербурге, образа Спаса для церкви в Шлиссельбурге, майолика для Воскресенского женского монастыря, наружные стены Тверского собора, иконостас церкви Святого Пантелеймона в Пятигорске, порталы для

дворца Эмира Бухарского в Железноводске, облицовка дома Волжско-Камского банка в Ростове-на-Дону, наружные иконы и фасады посольских церквей в Бухаресте и Софии [8]. Таким образом, художником-керамистом были созданы произведения не только для двух столичных центров, но и для многих городов России, а также для Румынии и Болгарии.

Творческая деятельность мастера декоративно-прикладного искусства Петра Кузьмича Ваулина имела огромное значение в возрождении художественной керамики на рубеже веков, он заново открыл керамику как материал, таящий в себе огромные художественные возможности. Работы Ваулина можно отнести к классическому стилю архитектуры, модерну и неорусскому направлению. Он сумел органично совместить обращение к стилистике предыдущих эпох – исламскому искусству, ренессансу, русской национальной традиции, барокко, классицизму – с доминировавшим в искусстве конца XIX – начала XX в. модерном и стать одним из ведущих производителей художественной майолики этого времени.

Как писал сам Ваулин в одном из исследований: «В производстве художественной майолики, доминирующее значение имеет художник. Передать верную гамму красок, тонкую изящную линию рисунка может только художник, чуткий ко всему прекрасному и имеющий в распоряжении все средства и все усовершенствования, которыми обладает современная майоликовая техника. Только своею приспособленностью к художественным задачам, только своей эластичностью в области зодчества, майолика, как материал, приобретает свою ценность.<...>керамика легко поддается самому сложному пластическому оформлению» [9].

Свой вклад Петр Кузьмич Ваулин внес и в развитие профессионального образования в России. Технологические и художественные проблемы мозаики и керамики, а также достижения иностранных и отечественных деятелей искусства этих областей в 1900-1910-х годах освещались на страницах журналов «Керамическое обозрение» и «Зодчий». П.К. Ваулин посвятил много времени изучению секретов керамического производства и активно публиковался на страницах указанных периодических изданий.

Благодаря многогранной деятельности П.К. Ваулина керамика, считавшаяся прикладным ремеслом, поднялась до уровня подлинного искусства. Индивидуальный стиль мастера полностью отражает национально-романтический характер искусства эпохи модерн. Многочисленные художественно-технологические эксперименты в области керамики способствовали мощному развитию новых направлений в декоративном искусстве. Керамика получила возможность выйти в архитектуру благодаря эстетическому преобразению пространства с помощью полихромной скульптуры и стремлению к синтезу искусств. П.К. Ваулин внес огромный вклад в возрождение декоративного искусства и становления творческого мировоззрения других профессиональных художников, работавших в области керамики и скульптуры.

Примечания

1. Ваулин П.К. Мое жизнеописание. ЦГАЛИ СПб. Ф. 494. Оп. 1. Д. 30. Л.1.
2. ЦГАЛИ СПб. Ф. 494. О.1. Д.31. Свидетельство об окончании Красноуфимской сельскохозяйственной школы. Подлинник.
3. Литвинова Ж. П. Искусство вечных красок: уроки творчества художника-керамиста П.К. Ваулина // Строительство и архитектура Ленинграда. 1976. №8. С. 38.
4. Процесс, основанный на химической реакции под воздействием огня и давления в печи обратного превращения оксидов, из которых состоят глазури, в металлы, что позволило добиваться потрясающих художественных эффектов в майолике.
5. См.: Арзуманова О.И., Любартович В.А., Нащокина М.В. Керамика Абрамцева в собрании Московского государственного университета инженерной экологии. М.: ООО Издательство Жираф, 2000. С. 139-140.
6. Литвинова Ж. П. Указ. Соч. С. 40.
7. Носкова Е.В. Творческое сотрудничество М.А. Врубеля и П.К. Ваулина в деле развития русской керамики эпохи модерн//Дом Бурганова. Пространство культуры, 2014, № 4. С. 135.
8. Пруслина К.Н. Русская керамика конца XIX – начала XX веков. М.: Наука, 1974. С. 89-90.
9. Ваулин П.К. Об улучшение керамического производства. ЦГАЛИ СПб. Ф. 494. Оп. 1. Д. 20. Л. 8.

Список литературы

1. Арзуманова О.И., Любартович В.А., Нащокина М.В. Керамика Абрамцева в собрании Московского государственного университета инженерной экологии. М.: ООО Издательство Жираф, 2000.
2. Литвинова Ж. П. Искусство вечных красок: уроки творчества художника-керамиста П.К. Ваулина // Строительство и архитектура Ленинграда. 1976. №8.
3. Носкова Е.В. Творческое сотрудничество М.А. Врубеля и П.К. Ваулина в деле развития русской керамики эпохи модерн//Дом Бурганова. Пространство культуры, 2014, № 4.
4. Пастон Э. Абрамцево: искусство и жизнь. М.: Искусство, 2003
5. Пруслина К.Н. Русская керамика конца XIX – начала XX веков. М.: Наука, 1974.
6. Фролов В.А. Особенности творческого почерка художника-керамиста П.К. Ваулина//К истории русского изобразительного искусства XVII-XX вв. СПб., 1993.
7. ЦГАЛИ СПб. Ф. 494. О.1. Д. 1-40.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

СЕКЦИЯ №11.1.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ АМИДОЭТИЛОВЫХ ИМИДАЗОЛИНОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Касаманли Х.Г.

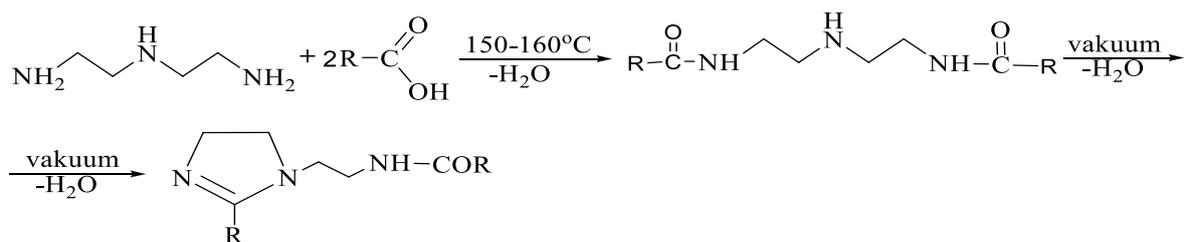
Гянджинский Государственный Университет, г. Гянджа

Из литературных обзоров известно, имидазолины относятся к классу поверхностно-активных веществ катионного типа. Это позволяет широко применять имидазолины и их производные в ряде отраслей промышленности. В настоящее время имидазолины используются в промышленности как ингибиторы, эмульгаторы, антистатики, активаторы отбеливания, биологически активные вещества, диспергенты и т.д. В качестве основы пленкообразующих углеводородорастворимых ингибиторов коррозии широкое распространение получили 1,2-дизамещенные имидазолины. Было разработано много методов синтеза имидазолинов, в том числе наиболее часто используемые методы синтеза имидазолина с взаимодействием кислот и аминов.

Исследование оптимальных условий синтеза амидоэтилимидазолинов вышеуказанным методом синтеза рассматривалось на основе реакции между линолевой кислотой (ЛК) и диэтилентриамином (ДЕТА). Синтез амидоэтиловых имидазолинов проводили следующим образом.

В четырехгорлую колбу оборудованном ультразвуковым устройством, капельной воронкой, термометром, нагревателем, магнитным смесителем и азотным баллоном добавляют смесь нагретого до 90-95⁰С кислоты и СаО, а в течении пяти минут ДЕТА с помощью капельной воронкой. В это время температура повышается до 120-130⁰С и в образовании аминного мыла в последствии образуется гелеобразная смесь. После этого смесь в присутствии ультразвука нагревают до 150-160⁰С, что приводит к образованию диамидаминов. Затем смесь нагревают до 200-220⁰С, впоследствии получается цикл имидазолина. Полученный имидазолин растворяют в ацетоне при 45⁰С и при охлаждении до 15-20⁰С он снова перекристаллизуется.

Реакция синтеза амидоэтиловых имидазолинов приведено ниже:



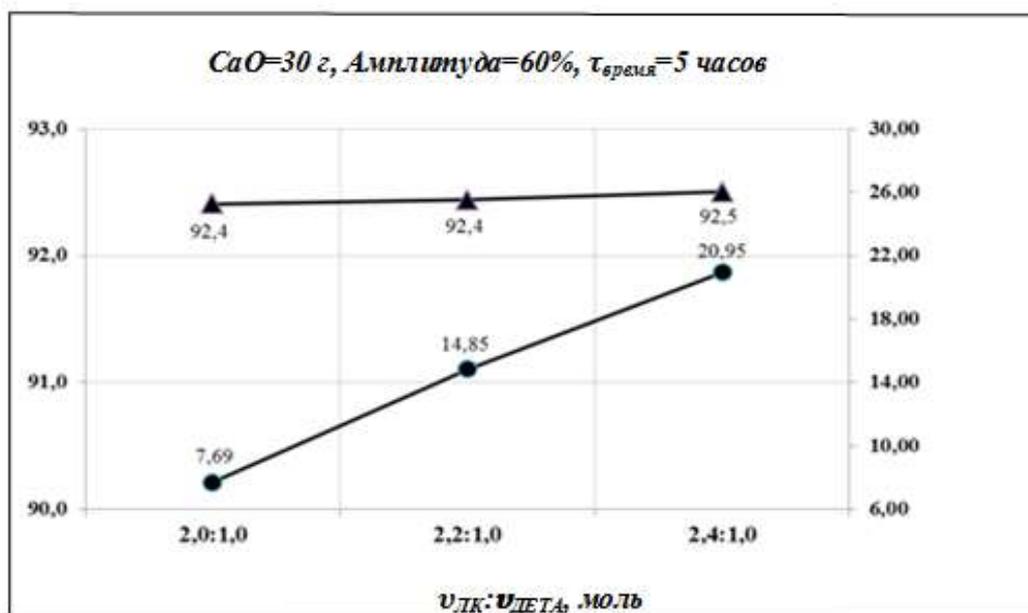
Давайте посмотрим на оптимальный синтез амидоэтилимидазолинов вышеуказанным методом синтеза, основанным на реакции между линоленовой кислотой и диэтилентриамином.

Синтез амидоэтилимидазолинов осуществляется в нерастворимой среде и вода отделенная синтезом поглощается с CaO и удаляется из системы. Основной целью синтеза амидоэтилимидазолинов является влияния амплитуды ультразвука на продолжительность синтеза и выход имидазолинов. Однако на процесс синтеза должно быть изучено влияние других параметров.

Следующие факторы, как правило были определены как факторы, влияющие на процесс синтеза:

- мольное соотношение исходных реагентов;
- количество CaO;
- амплитуда ультразвука

Чтобы исследовать молярное соотношение исходного вещества на выход имидазолина, проводили синтез кислот и аминов при 2,0:1, 2,2:1, 2,4:1 молярных соотношениях и в конце каждого синтеза определяли выход имидазолина. В этих процессах синтеза продолжительность реакции была 5 часов, содержание CaO составляло 30 г, а амплитуда ультразвука 60%. Полученные результаты показаны на рисунке 1.



- ▲ выход имидазолина
- не реагирующий остаток

Рис.1. Влияние молярного соотношения исходного вещества на выход имидазолина

Графическое описание результатов, полученных в реакции синтеза амидоэтилимидазолинов показывает что, при различных молярных соотношениях кислот и аминов (2,0:1,0, 2,2:1,0, 2,4:1,0) выход амидоэтилимидазолинов остается практически неизменным. Однако, с увеличением молярного содержания не реагирующего остатка, увеличивается и количество остатка и кислоты. Следовательно, следует отметить, что молярное соотношение кислоты и амина для данного способа синтеза составляет 2:1.

Чтобы изучить влияние CaO на процесс синтеза, процессы синтеза осуществляли, принимая массовое соотношение CaO ($m_{\text{ЛК}}:m_{\text{CaO}}$) 1:0,5, 1:1,0, 1:1,5, 1:2,0 в зависимости от массы взятой кислоты. В этих процессах синтеза молярное соотношение кислоты и амина составляло 2:1, амплитуда ультразвука составляло 60% и время синтеза поддерживалось постоянным в течение 5 часов. Полученные результаты показаны на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно что, выход амидоэтилимидазолина увеличивается, с увеличением количества CaO в массовом соотношении кислоты и CaO. Таким образом, выход имидазолина в соотношении 1:1,0 по массе кислоты и CaO составил 88,7%, тогда как выход в соотношении 1:1,5 и 1:2,0 по массе увеличился до 89,7% и 92,3%. Однако значительного изменения выхода имидазолина при массовом соотношении кислоты и CaO 1:2,5 не наблюдалось. С другой стороны результаты показывают что, не реагирующий остаток уменьшается с увеличением массового соотношения кислоты и CaO. Причину этого можно объяснить следующим образом. Известно, что роль CaO в этом методе синтеза заключается в поглощении воды, получаемой при производстве диамидоамин и имидазолина и удалении ее из системы, что обеспечивает прохождение реакции слева направо. Следовательно предполагается, что поскольку масса CaO увеличивается с увеличением массы кислоты и CaO, она может полностью удалить воду, выделяющуюся в результате реакции. Однако результаты показывают что, массовое соотношение кислоты и CaO 1:2 является оптимальным массовым соотношением для полного удаления воды из системы в результате реакции.

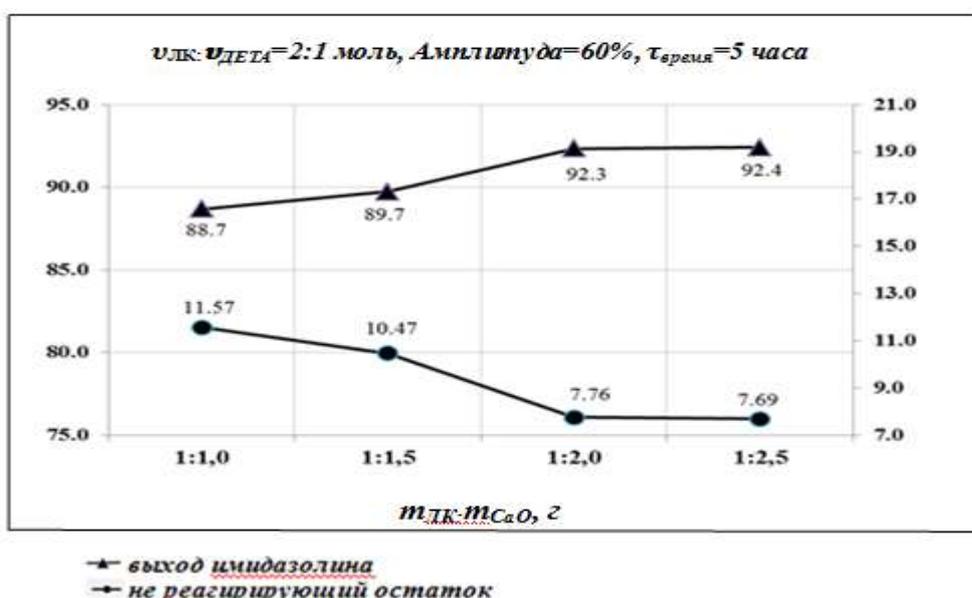


Рис.2. Влияние CaO на выход имидазолина

Следовательно, следует отметить что, для этого способа синтеза более целесообразно принять массовое соотношение кислоты и CaO 1:2.

Исследования показали, что амплитуда ультразвука является одним из основных факторов, влияющих на продолжительность синтеза и выхода имидазолина.

Для изучения влияния амплитуды ультразвука на время синтеза и выход имидазолина были проведены процессы синтеза при 30, 40, 60, 70 и 80 % амплитуды и рассчитан выход имидазолина. Во время процессов синтеза, проводимых при различных значениях амплитуды, кислоту и амин брали в соотношении 2:1 моль, кислоты и CaO 1:2 г по массе. Полученные результаты показаны в рис.3

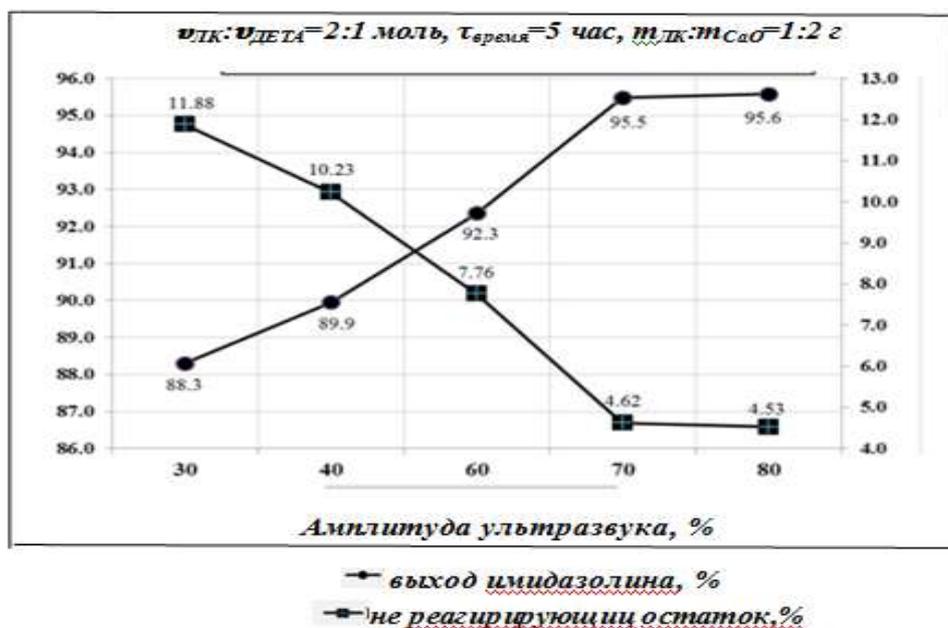


Рис.3. Влияние амплитуды ультразвука на время синтеза и выход имидазолина

Как видно из рис.3 увеличение амплитуды ультразвука в данных условиях синтеза привело к увеличению выхода синтеза. Оказывается, что когда амплитуда ультразвука увеличивается с 30% до 70%, выход увеличивается с 88,3% до 95,5%. Однако увеличение амплитуды ультразвука до 80% приводит к увеличению выхода на 0,1%. В тоже время увеличение выхода в направлении увеличения амплитуды привело к уменьшению не реагирующего остатка. Таким образом, при 30% амплитуды не реагирующий остаток составил 11,88%, тогда как при увеличении амплитуды до 70% не реагирующий остаток уменьшился примерно на 7% до 4,62%.

Основываясь на этих результатах, можно отметить, что целесообразно принять 70% оптимального значения амплитуды ультразвука для данного метода синтеза.

Показаны физико-химические свойства амидоэтилимидазолинов синтезированных в оптимальных условиях.

Физико-химические свойства амидоэтиловых имидазолинов

имидазолины	Агрегатное состояние	цвет	ρ , кг/м ³	Аминное число мг КОН/г	Кислотное число мг КОН/г
АмидоЕимСК	вязкая жидкость	Темно-желтый	980	0,80	1,21
АмидоЕимОК	твердый	Светло-желтый	950	0,91	1,09
АмидоЕимЛК	твердый	темно-коричневый	940	0,85	1,00
АмидоЕимГЛК	Вязкая жидкость	Темно-коричневый	940	0,92	1,04
АмидоЕимХМК	твердый	Желтый	1000	0,82	1,12
АмидоЕимГМК	твердый	Темно-коричневый	970	0,79	1,11
АмидоЕимПМК	твердый	Темно-коричневый	960	0,95	1,06

Результаты показывают что синтезированные амидоэтилимидазолины представляют собой твердые или вязкие жидкие соединения, цвет которых варьируется от светло-желтого до темно-коричневого, с плотностями в диапазоне от 940 до 1000 кг/м³ и количеством аминов в диапазоне от 0,79 до 0,95 мг КОН/г .

Список литературы

1. Абрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файнгольд С.И. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: учебное пособие для вузов. Л.: Химия. -1988. 200 с.
2. Кузнецов С.А., Васильева Е.В., Кольцов Н.И. Получение и свойства многофункциональных имидазолиновых присадок // Вестник Чувашского университета, 2008, № 2, с.37-41.
3. Adam B., Mark B., Jeno H. Development of multifunctional detergent-dis-persant additives based on fatty acid methyl ester for diesel and biodiesel fuel // Biodiesel- Quality, Emissions and By-Products. 2011, v. 10, p. 153-170.
4. Bajpai D, Tyagi V.. Microwave Synthesis of Cationic Fatty Imidazolines // SurfactDeterg, 2008, № 11, p.79-87.
5. Bistline R., Hampson W., Linfield W. Synthesis and Properties of Fatty Imidazolines and Their N-(2-Aminoethyl) Derivatives // JAOCS. 1983. v.60, № 4, p.823-828.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОБАЗОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ

Олейник И.И.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Введение

На сегодняшний день обработка информации в многопозиционных радиолокационных измерительных системах выходит на принципиально новый технологический уровень. Однако принципы формирования, приема и обработки сигналов с поляризационными различиями, в таких системах, изучены недостаточно. Необходимы математические выражения для корректного описания сигналов с поляризационными различиями.

Под малобазовой радиолокационной системой будем понимать систему, для которой антенны всех позиций, как передающих, так и приемных, находятся в пределах средней ширины лепестка диаграммы обратного рассеяния облучаемого объекта [1]. Фронт падающей на антенны волны считается плоским.

В общем случае, возможны различные варианты построения мало базовых систем [2]. Ниже будет рассмотрен вариант малобазовой поляризационной измерительной системы (МПИС) с одной передающей и двумя приемными позициями

Структура малобазовой поляризационной измерительной системы

МПИС состоит из трех позиций. Одна позиция состоит из передающего устройства и антенны. При этом, антенна может поочередно излучать сигналы двух ортогональных линейных поляризаций (вертикальная и горизонтальная). Вторая и третья позиция, состоящие из антенн и приемных устройств принимают отраженные от объектов сигналы, причем каждая только на одной линейной поляризации (вертикальной и горизонтальной поляризации).

В качестве антенн может выступать активная антенная решетка (АФАР) с определенным сектором электронного сканирования диаграммой направленности (ДН) [1]. При этом, алгоритм сканирования должен обеспечивать излучение и прием сигналов с каждой позиции в одном и том же угловом направлении. Это позволяет одновременно принимать отраженный от одного и того же объекта сигнал на обе приемные позиции.

В результате функционирования такой МПИС производится измерение поляризационной матрицы рассеяния (ПМР) или поляризационного вектора рассеяния (ПВР) объекта [3].

Для обеспечения измерения ПВР необходимо, чтобы были поочередно излучены сигналы двух ортогональных поляризаций. Прием отраженных сигналов необходимо проводить одновременно на обе позиции, для каждого излученного сигнала. В этом случае возможно сформировать ПВР облучаемого объекта [3]

$$\dot{\mathbf{U}}(t, R) = \left(\dot{U}_{gv}(t, R) \quad \dot{U}_{gg}(t, R) \quad \dot{U}_{vg}(t, R) \quad \dot{U}_{vv}(t, R) \right)^T, \quad (1)$$

где: U – комплексные амплитуды на выходе приемных каналов, индекс g обозначает горизонтальную поляризацию, индекс v вертикальную, первый индекс при U обозначает излучаемую поляризацию, второй – принимаемую (например, $\dot{U}_{vg}(t, R)$ – был излучен сигнал на вертикальной поляризации, а принят на горизонтальной).

На рис. 1 приведена структура трех позиционной МПИС, с одной передающей и двумя приемными позициями. Символом P_p обозначена передающая позиция. Символом P_{rg} приемная позиция, осуществляющая прием сигналов горизонтальной поляризации, символом P_{rv} приемная позиция, осуществляющая прием сигналов вертикальной поляризации. Символом O обозначен условный фазовый центр. R – расстояние от условного фазового центра до сканируемого объекта. Символами r_v , r_g и r_p обозначены расстояния от антенн до объекта для каждой позиции, соответственно. В общем случае направление на объект может не совпадать с перпендикуляром к условному фазовому центру и может составлять некий угол α . Расстояния $\Delta r_v = R - r_v$, а $\Delta r_g = R - r_g$. Эти расстояния будут определять разности набега фаз отраженного сигнала, относительно условного фазового центра.

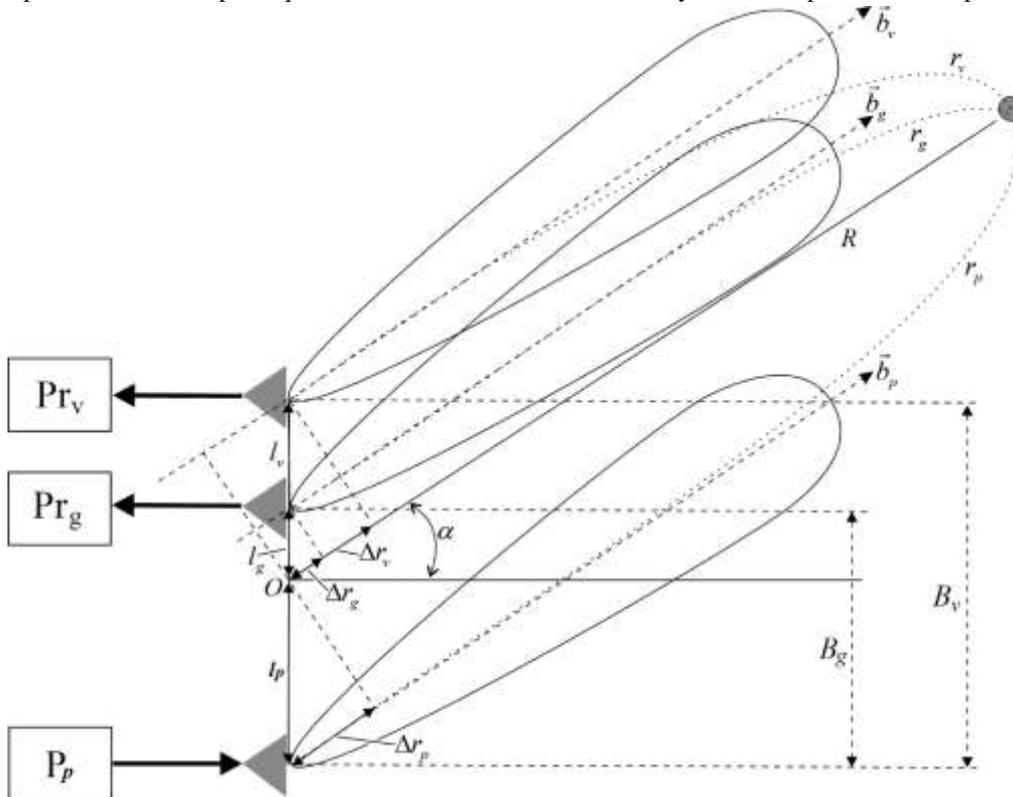


Рис. 1 Структура малобазовой поляризационной измерительной системы

В общем случае, антенны всех позиций могут иметь различные характеристики направленности, соответственно и коэффициенты усиления (КУ) антенн будут отличаться. База между позициями

характеризуется расстоянием B . Таким образом, для МПИС расстояния B_v и B_g должны быть на много меньше R .

Представления излучаемых и принимаемых сигналов в МПИС

Излученный сигнал с вертикальной поляризацией может быть записан как напряженность электромагнитного поля в виде [4]

$$\dot{\vec{E}}_v(t, R) = \sqrt{60P_{A_v} G_{A_v}(\vec{R})} \frac{1}{r_P} e^{-jkr_P} e^{j\Delta\varphi_{P_v}} \dot{T}_{P_v}(t) \vec{\zeta}_v, \quad (2)$$

где: P_{A_v} - мощность, излучаемая антенной передающего устройства; $G_{A_v}(\vec{R})$ - максимальный коэффициент усиления (КУ) антенны на передачу в направлении на объект; $k = 2\pi / \lambda$ - волновое число; λ - длина волны; $\Delta\varphi_{P_v}$ - набег фазы в трактах передающего устройства $\dot{T}_{P_v}(t)$ - вид сигнала (модуляция комплексной огибающей) [5]; $\vec{\zeta}_v$ - орт поляризации передающей антенны; r_P - расстояние от антенны передающего устройства до объекта.

Отраженный от объекта сигнал, записанный как напряженность электромагнитного поля, имеет вид [4]

$$\dot{\vec{E}}_{vo}(t, R) = \sqrt{60P_{A_v} G_{A_v}(\vec{R})} \frac{1}{r_P} e^{-jkr_P} e^{j\Delta\varphi_{P_v}} \dot{T}_{P_v}(t) \vec{\zeta}_v \begin{pmatrix} \sigma_{vv} \\ \sigma_{vg} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где: σ_{vv} - эффективная поверхность рассеяния объекта на вертикальной поляризации, при облучении его сигналом вертикальной поляризации; σ_{vg} - эффективная поверхность рассеяния объекта на горизонтальной поляризации, при облучении его сигналом вертикальной поляризации [7].

Напряжение на выходе приемного канала вертикальной поляризации (при излученной вертикальной поляризации) может быть представлено в виде [6]

$$\dot{U}_{vv}(t, R) = K_{Prv} \sqrt{G_{A_{Prv}}(\vec{R}) P_{A_v} G_{A_v}(\vec{R})} \frac{1}{r_P r_v} e^{-jk(r_P+r_v)} e^{j\Delta\varphi_{P_v}} e^{j\Delta\varphi_{Prv}} \dot{T}_{P_v}(t) \sigma_{vv} + \dot{U}_{uv}(t), \quad (4)$$

где: r_v - расстояние от объекта до антенны приемного устройства (вертикальной поляризации); $\dot{U}_{uv}(t)$ - напряжение собственных шумов приемного устройства вертикальной поляризации; $\Delta\varphi_{Prv}$ - набег фазы в трактах приемного канала вертикальной поляризации; K_{Prv} - КУ приемного устройства вертикальной поляризации; $G_{A_{Prv}}(\vec{R})$ - КУ приемной антенны вертикальной поляризации в направлении R .

Аналогично можем записать напряжение на выходе приемного устройства горизонтальной поляризации (при излученной вертикальной)

$$\dot{U}_{vg}(t, R) = K_{Prg} \sqrt{G_{A_{Prg}}(\vec{R}) P_{A_v} G_{A_v}(\vec{R})} \frac{1}{r_P r_g} e^{-jk(r_P+r_g)} e^{j\Delta\varphi_{P_v}} e^{j\Delta\varphi_{Prg}} \dot{T}_{P_v}(t) \sigma_{vg} + \dot{U}_{ug}(t), \quad (5)$$

где: r_g - расстояние от объекта до антенны приемного устройства (горизонтальной поляризации); $\dot{U}_{ug}(t)$ - напряжение собственных шумов приемного устройства горизонтальной поляризации; K_{Prg} - КУ приемного устройства горизонтальной поляризации; $G_{A_{Prg}}(\vec{R})$ - КУ приемной антенны горизонтальной поляризации в направлении R ; $\Delta\varphi_{Prg}$ - набег фазы в трактах приемного устройства горизонтальной поляризации.

Рассмотрим представления сигналов, при излучении передатчиком сигнала горизонтальной поляризации. Излученный сигнал горизонтальной поляризации, как напряженность электромагнитного поля, можно записать в виде

$$\dot{\vec{E}}_g(t, R) = \sqrt{60P_{A_g} G_{A_g}(\vec{R})} \frac{1}{r_p} e^{-jkr_p} e^{j\Delta\varphi_{P_g}} \dot{T}_{P_g}(t) \vec{\zeta}_g, \quad (6)$$

где: P_{A_g} - мощность, излучаемая антенной передающего устройства; $G_{A_g}(\vec{R})$ - максимальный коэффициент усиления (КУ) антенны на передачу в направлении на объект; $\Delta\varphi_{P_g}$ - набег фазы в трактах передающего устройства; \dot{T}_{P_g} - вид излучаемого сигнала (модуляция комплексной огибающей); $\vec{\zeta}_g$ - орт поляризации передающей антенны; r_p - расстояние от антенны передающего устройства до объекта.

Отраженный от объекта сигнал (при облучении его сигналом горизонтальной поляризации), записанный как напряженность электромагнитного поля, имеет вид

$$\dot{\vec{E}}_{go}(t, R) = \sqrt{60P_{A_g} G_{A_g}(\vec{R})} \frac{1}{r_p} e^{-jkr_p} e^{j\Delta\varphi_{P_g}} \dot{T}_{P_g}(t) \vec{\zeta}_g \begin{pmatrix} \sigma_{gg} \\ \sigma_{gv} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где: σ_{gv} - эффективная поверхность рассеяния объекта на вертикальной поляризации, при облучении его сигналом горизонтальной поляризации; σ_{gg} - эффективная поверхность рассеяния объекта на горизонтальной поляризации, при облучении его сигналом горизонтальной поляризации;

Напряжение на выходе приемных каналов вертикальной поляризации (при излученной горизонтальной) записывается в виде [6]

$$\dot{U}_{gv}(t, R) = K_{Prv} \sqrt{G_{A_{Prv}}(\vec{R}) P_{A_g} G_{A_g}(\vec{R})} \frac{1}{r_p r_v} e^{-jk(r_p+r_v)} e^{j\Delta\varphi_{P_g}} e^{j\Delta\varphi_{Prv}} \dot{T}_{P_g}(t) \sigma_{gv} + \dot{U}_{uv}(t), \quad (8)$$

где: r_v - расстояние от объекта до антенны приемного устройства вертикальной поляризации; $\dot{U}_{uv}(t)$ - напряжение собственных шумов приемного устройства вертикальной поляризации; φ_{Prv} - набег фазы в трактах приемного устройства вертикальной поляризации; K_{Prv} - КУ приемного устройства вертикальной поляризации; $G_{A_{Prv}}(\vec{R})$ - КУ приемной антенны вертикальной поляризации в направлении R .

Напряжение на выходе приемного устройства горизонтальной поляризации (при излученной горизонтальной) можно записать в виде

$$\dot{U}_{gg}(t, R) = K_{Prg} \sqrt{G_{A_{Prg}}(\vec{R}) P_{A_g} G_{A_g}(\vec{R})} \frac{1}{r_p r_g} e^{-jk(r_p+r_g)} e^{j\Delta\varphi_{P_g}} e^{j\Delta\varphi_{Prg}} \dot{T}_{P_g}(t) \sigma_{gg} + \dot{U}_{ug}(t), \quad (9)$$

где: $\dot{U}_{ug}(t)$ - напряжение собственных шумов приемного устройства горизонтальной поляризации; K_{Prg} - КУ приемного устройства горизонтальной поляризации; $G_{A_{Prg}}$ - КУ приемной антенны горизонтальной поляризации в направлении объекта; $\Delta\varphi_{Prg}$ - набег фазы в трактах приемного устройства горизонтальной поляризации; r_g - расстояние от объекта до антенны приемного устройства (горизонтальной поляризации).

Далее введем ряд упрощений и ограничений, обусловленных особенностями МПИС.

При учете амплитуд принимаемых сигналов можно внести допущение, что для расстояния выполняются условия $R \approx r_g \approx r_v \approx r_p$. Это допущение оправдано тем, что для МПИС эти расстояния составляют километры, а база B единицы метров. Следовательно, на амплитуду принимаемой волны

разница в этих расстояниях не оказывает практически никакого влияния. Тогда для амплитудного множителя имеет место

$$\frac{1}{R^2} \approx \frac{1}{r_g r_p} \approx \frac{1}{r_p r_v}. \quad (10)$$

Для фазовых множителей необходимо провести ряд преобразований. Общий набег фаз (начало фазы) относительно условного фазового центра O (рис. 1) можно представить в виде $\Psi = 2 \cdot k \cdot R$.

Множители $e^{-jk(r_p+r_g)}$ и $e^{-jk(r_p+r_v)}$ в выражениях (4),(5),(8),(9) можно преобразовать к виду $e^{-j2kR} = e^{-j\Psi}$.

Определим соотношения для расстояний. $r_v = R - \Delta r_v$, $\Delta r_v = l_v \sin \alpha$, $r_g = R + \Delta r_g$, $\Delta r_g = l_g \sin \alpha$. Следовательно $-k2r_v = -k2R + k2l_v \sin \alpha$, $-k2r_g = -k2R + k2l_g \sin \alpha$, $-k(r_p + r_v) = -k2R - k \sin \alpha (l_p - l_v)$, $-k(r_p + r_g) = -k2R - k \sin \alpha (l_p - l_g)$. l_p, l_g, l_v – радиус-векторы положения антенн относительно условного фазового центра O .

Таким образом, набег фаз для отраженных сигналов для приемных антенн можно представить в виде $\Psi_{gg} = -k \cdot 2l_g \sin \alpha$, $\Psi_{gv} = -k \cdot \sin \alpha \cdot (l_p - l_v)$,

$$\Psi_{vg} = -k \cdot \sin \alpha \cdot (l_p - l_g), \quad \Psi_{vv} = -k \cdot 2l_v \sin \alpha.$$

В выражения (2-9) входят множители $\Delta \varphi_{Pr_g}$, $\Delta \varphi_{Pr_v}$, $\Delta \varphi_{P_g}$, $\Delta \varphi_{P_v}$, определяющие величину набег фаз в приемных и передающем каналах при функционировании системы. При обеспечении достаточно высокой синхронизации между пунктами (например, использование общего задающего генератора), эти величины могут быть учтены (или устранены) при настройке аппаратуры. Поскольку для излучения сигналов обеих поляризаций используется одни и те же передатчик и антенна, можно ввести обозначения

Учитывая проведенные преобразования и введенные допущения можно ввести обозначения $G_{A_{Pg}}(\vec{R}) = G_{A_{Pv}}(\vec{R}) = G_{A_p}(\vec{R})$, $P_{A_{Pg}} = P_{A_{Pv}} = P_{A_p}$,

$$Z_{gg} = K_{Pr_g} \frac{1}{R^2} \sqrt{G_{A_{Pg}}(\vec{R}) \cdot G_{A_p}(\vec{R}) \cdot P_{A_p}}, \quad Z_{gv} = K_{Pr_v} \frac{1}{R^2} \sqrt{G_{A_{Pv}}(\vec{R}) \cdot G_{A_p}(\vec{R}) \cdot P_{A_p}},$$

$$Z_{vg} = K_{Pr_g} \frac{1}{R^2} \sqrt{G_{A_{Pg}}(\vec{R}) \cdot G_{A_p}(\vec{R}) \cdot P_{A_p}}, \quad Z_{vv} = K_{Pr_v} \frac{1}{R^2} \sqrt{G_{A_{Pv}}(\vec{R}) \cdot G_{A_p}(\vec{R}) \cdot P_{A_p}}.$$

Множители, описывающие вид сигнала (модуляция комплексной огибающей), должны удовлетворять условиям (вид модуляции должен быть одинаковым)

$$\dot{I}_{Pg}(t) = \dot{I}_{Pv}(t) = \dot{I}(t), \quad \dot{I}(t) \cdot \dot{I}^*(t - \tau) = \begin{cases} 1 & \text{при } \tau = 0 \\ \ll 1 & \text{при } \tau \neq 0 \end{cases}. \quad (11)$$

С учетом всех допущений и введенных обозначений напряжения на выходе приемных каналов (4,5,8,9) можно записать в виде

$$\dot{U}_{gg}(t, R) = Z_{gg} \exp(-j\Psi_{gg}) \dot{I}(t) \sigma_{gg} + \dot{U}_{ug}(t), \quad (12)$$

$$\dot{U}_{gv}(t, R) = Z_{gv} \exp(-j\Psi_{gv}) \dot{I}(t) \sigma_{gv} + \dot{U}_{uv}(t), \quad (13)$$

$$\dot{U}_{vg}(t, R) = Z_{vg} \exp(-j\Psi_{vg}) \dot{I}(t) \sigma_{vg} + \dot{U}_{ug}(t), \quad (14)$$

$$\dot{U}_{vv}(t, R) = Z_{vv} \exp(-j\Psi_{vv}) \dot{I}(t) \sigma_{vv} + \dot{U}_{uv}(t). \quad (15)$$

Анализ свойств сигналов и требования к характеристикам МПИС

Для трех позиционной МПИС полученные выражения позволяют выявить некоторые характерные особенности функционирования системы.

Амплитуды отраженных сигналов (в данном случае имеется в виду энергетика) практически не зависят от расположения позиций малобазовой системы. Это определяется тем, что базы B_v и B_g на много меньше расстояний r_v и r_g , никакого существенного влияния на амплитуду сигналов влияния не оказывают.

Энергетические характеристики принимаемых сигналов будут, в основном, определяться ЭПР объекта на различных поляризациях. Прослеживается непосредственная зависимость от характеристик объекта, при отражении от него зондирующих сигналов различных поляризаций.

Кроме этого, на энергетические характеристики сигналов будут оказывать влияние технические характеристики аппаратуры позиций. Если на излучение используется одна и та же позиция, то прием осуществляется на разные позиции. К таким характеристикам можно отнести коэффициенты усиления антенн, коэффициенты усиления приемных трактов, мощности излучаемых сигналов, уровень собственных шумов приемных трактов.

Фазовые характеристики будут определяться длиной волны, размерами баз и угла отклонения ДН антенн от нормали (угол α на рис. 1). В связи с этим начальные фазы (набеги фаз) на приемных антеннах будут отличаться, причем существенно. Полученные выражения позволяют получить численные выражения для начальных фаз на антеннах обеих приемных позиций и учесть при обработке. В частности, при вычислении корреляций принятых сигналов. Фазовый центр системы можно привязать к любой условной точке в пределах базы B , включая центры антенн любой из трех позиций.

Заключение

Анализ структуры трехпозиционной МПИС и полученные представления сигналов с поляризационными различиями позволяют сделать следующие выводы.

Для исключения влияния технических характеристик необходимо создавать приемные тракты таких позиций как можно более идентичными. Если это требование не достижимо, то необходимо априорное знание технических приемных трактов для учета при совместной обработке информации. При этом, признаки, используемые для обнаружения и распознавания отраженных от объекта сигналов, будут определяться характеристиками самих объектов.

Для эффективной корреляционной обработки принимаемых сигналов, необходима точная синхронизация между обоими приемными и передающей позициями. Это существенно снизит ошибки в определении разности фаз принимаемых сигналов.

Список литературы

1. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория: справочник / под редакцией Я.Д. Ширмана, 2-е изд., переработанное и дополненное, М.: Радиотехника, 2007, 512 с.
2. Черняк В.С. О новых и старых идеях в радиолокации: ММО РЛС. / Успехи современной радиоэлектроники, № 2, 2011 г., с. 5-20.
3. Decisive rule experimental studies to detect objects on the background of the earth surface using polarization differences of radar signals / Ekaterina V. Burdanova., Evgeniy G. Zhilyakov, Aleksandr V. Mamatov, Aleksandr N. Nemtsev, Ivan I. Oleynik // COMPUSOFT, An International Journal of Advanced Computer Technology 8(6), (2019), pp. 3166-3170.
4. Канарейкин Д.Б., Потехин В.А., Шишкин И.Ф. Морская поляриметрия. Л.: Судостроение, 1968, 328 с.
5. Бакулев, П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов. М.: Радиотехника, 2004, 320 с.
6. Использование статистических моделей для оценок характеристик радиолокационных систем с поляризационной обработкой информации при принятии решения о наличии объектов на фоновподстилающей поверхности / Е.В. Бурданова, А.П. Денисов, О.Д. Дикуль, Ю.П. Новоченко, И.И. Олейник // Вопросы радиоэлектроники, серия «Радиолокационная техника», Москва, Вып 2, 2008.
7. Киселев А.З. Теория радиолокационного обнаружения на основе использования векторов рассеяния целей. 2-е изд. СПб.: Наука. 2005.- 295 с.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ КВАДРОКОПТЕРОВ

Слепцов В.В., Гришняев И.Н., Динь Ба Фьонг

РТУ МИРЭА, РФ, г. Москва;

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, РФ, г. Москва

(**Слепцов В.В.** - д.т.н.; профессор кафедры «Информационно-измерительные и управляющие системы», РТУ МИРЭА, г. Москва; **Гришняев И.Н.** - д.т.н., гл.научный сотрудник, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва; **Динь Ба Фьонг**- аспирант кафедры «Информационно-измерительные и управляющие системы», РТУ МИРЭА, г. Москва)

Аннотация.

В статье рассматриваются информационно-измерительные и управляющие системы квадрокоптеров, способных мониторить дорожную ситуацию, лесные массивы, труднодоступные места с целью их охраны и контроля. Сформулированы основные задачи, которые необходимо решать при проектировании информационно-измерительных и управляющих систем таких квадрокоптеров.

В настоящее время широкое распространение получили квадрокоптеры (КК) - летательные аппараты с четырьмя несущими винтами, у которого два противоположных винта вращаются в одном направлении, и два других - в обратном, при этом все маневры осуществляются путем изменения скорости вращения винтов [1].

Область применения квадрокоптеров гражданского назначения очень широка. Сферы их применения могут варьироваться от сельского хозяйства до сектора безопасности.

Квадрокоптеры обладают малой массой при большой полезной нагрузке, компактностью и маневренностью. Особенно эффективным, является применение квадрокоптеров в режимах автономного полета. Исследованиям управляемого движения КК посвящены работы многих исследователей, в том числе и отечественных: С.А.Белоконь, Ю.Н. Золотухина, А.С. Мальцева, А.А. Нестерова, М.Н. Филиппова П. А. Гриценко, А.Б.Бушуева, Ю.В.Литвинова, Г.М.Шмигальского, А.С. Панова, С.П. Чашникова, G. Bastin, G. Campion, C. CanudasdeWit, W. Dixon, Y.H. Fung, A., IsidoriHoffmann, N.Goddemeier, T. Bertram, TommasoBresciani и др.

В то же время следует отметить, что большинство исследований касаются отдельных задач создания КК (в основном разработки алгоритмов управления) и редко практически реализуемы из-за отсутствия системного подхода к проектированию КК [2].

Практически не анализируются проблемы обеспечения и реализации выбранных алгоритмов управления составными элементами КК, задачи синтеза регуляторов управления с учетом специфики работы вентильных электродвигателей, усилителей мощности и датчиков параметров.

При этом основные технические характеристики КК очень сильно зависят как от выбранных алгоритмов управления, так и от технических характеристик элементов КК.

Одной из важнейших проблем при проектировании КК является разработка информационно-измерительной и управляющей системы квадрокоптера (ИИУС КК), являющейся совокупностью технических средств и программного обеспечения, осуществляющей сбор и обработку измерительной информации об объекте и выработку необходимых управляющих воздействий на объект. Рассмотрим особенности решения этой проблемы.

В настоящее время делаются попытки использовать различные современные подходы для разработки высокоэффективных ИИУС КК [3 - 5] – с использованием нейронных сетей, кватернионов и т.д., однако наблюдается отсутствие взаимосвязи в разработках алгоритмов управления, исполнительных систем и датчиков параметров. Для понимания возникающих проблем при проектировании ИИУС КК необходимо разработать на основе дифференциальных уравнений движения квадрокоптера его обобщенную функциональную схему.

Эти линеаризованные уравнения имеют следующий вид [6]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \kappa_1 \times r - \frac{dx}{dt} \times \kappa_2; \quad (1)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \kappa_3 \times p - \frac{dy}{dt} \times \kappa_4; \quad (2)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \kappa_5 \times (u_1 + u_2 + u_3 + u_4) - \frac{dz}{dt} \times \kappa_6; \quad (3)$$

$$\frac{d^2p}{dt^2} = \kappa_7 \times (u_4 - u_2); \quad (4)$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = \kappa_8 \times (u_3 - u_1); \quad (5)$$

$$\frac{d^2i}{dt^2} = \kappa_9 \times (u_1 - u_2 + u_3 - u_4); \quad (6)$$

Приняты следующие обозначения:

x, y, z – координаты центра масс; p, r, i – соответственно углы крена, тангажа и рыскания; $\kappa_1 - \kappa_9$ – коэффициенты, характеризующие конструктивные параметры КК и аэродинамические коэффициенты.

Предположим, что КК завис в воздухе, тогда $u_1=u_2=u_3=u_4=0$. Чтобы изменить лишь высоту z необходимо изменить все сигналы на u_{dz} . Если надо изменить угол крена p , то достаточно изменить u_4 и u_2 на u_{dp} с разным знаком. Если надо изменить угол тангажа r , то достаточно изменить u_3 и u_1 на u_{dr} с разным знаком. Если надо изменить угол рыскания i , то достаточно изменить все сигналы на u_{di} с разным знаком, т.е.:

$$U_1 = u_{dz} + u_{dr} + u_{di}; \quad (7)$$

$$U_2 = u_{dz} - u_{di} + u_{dp}; \quad (8)$$

$$U_3 = u_{dz} - u_{dr} + u_{di}; \quad (9)$$

$$U_4 = u_{dz} - u_{di} - u_{dp}; \quad (10)$$

Тогда:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \kappa_1 \times r - \frac{dx}{dt} \times \kappa_2; \quad (11)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \kappa_3 \times p - \frac{dy}{dt} \times \kappa_4; \quad (12)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 4 \times \kappa_5 \times u_{dz} - \frac{dz}{dt} \times \kappa_6; \quad (13)$$

$$\frac{d^2p}{dt^2} = 2 \times \kappa_7 \times u_{dp}; \quad (14)$$

$$\frac{d^2r}{dt^2} = 2 \times \kappa_8 \times u_{dr}; \quad (15)$$

$$\frac{d^2i}{dt^2} = 4 \times \kappa_9 \times u_{di}; \quad (16)$$

На основе этих уравнений (7) – (16) можно разработать следующую функциональную схему ИИУС КК, которая представлена на рис.1.

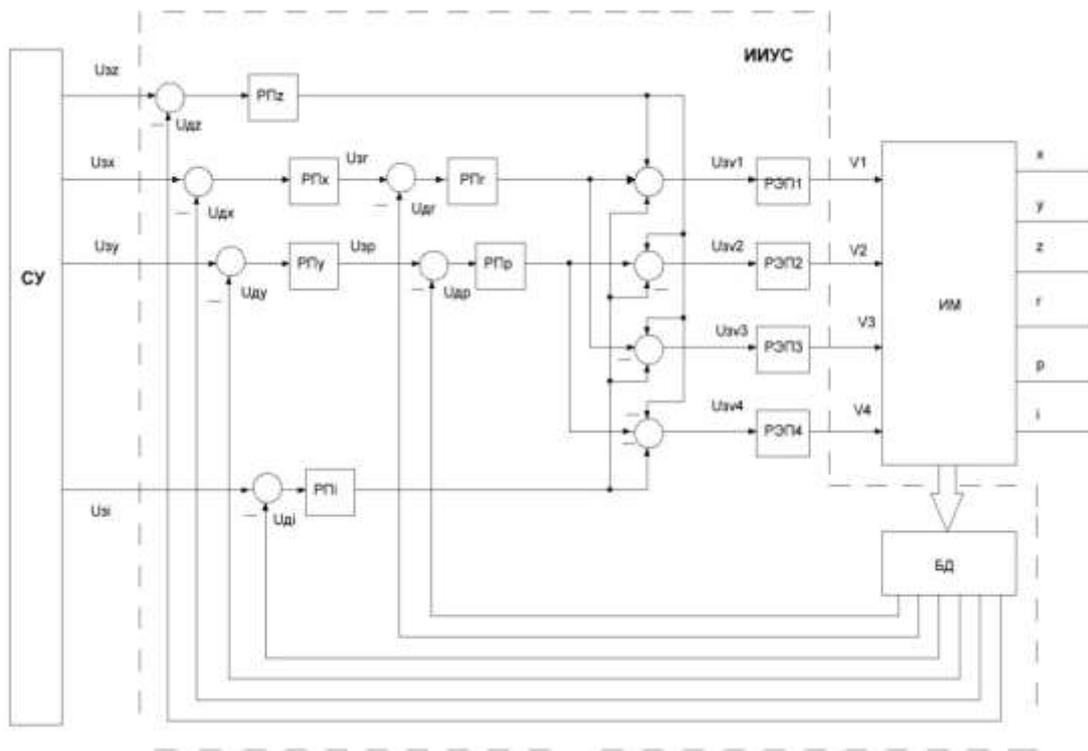


Рис 1. Функциональная схема ИИУС КК

Приняты следующие обозначения: СУ - система управления; БПК - блок преобразования координат; РЭП1, РЭП2, РЭП3, РЭП4 - регулируемые по скорости электроприводы; ИБ - блок датчиков; ИМ – исполнительный механизм; U_{xz} , U_{xu} , U_{yz} , U_{zr} , U_{zr} , U_{zi} - сигналы задания положения квадрокоптера; U_{dx} , U_{du} , U_{dz} , U_{dr} , U_{di} - сигналы обратной связи по положению; U_{zv1} , U_{zv2} , U_{zv3} , U_{zv4} - сигналы задания скоростей исполнительных двигателей регулируемых электроприводов; v_1 , v_2 , v_3 , v_4 - скорости исполнительных двигателей; РПх, РПу, РПz, РПр, РПр, РПи - регуляторы положения по координатам положения центра масс квадрокоптера (x , y , z) и его ориентации (r , p , i).

Эта схема показывает взаимосвязь элементов ИИУС КК и позволяет проводить анализ и синтез контуров управления с использованием их декомпозиции. Особенностью схемы является следующая организация контуров:

- два независимых контура (по координатам Z и I), содержащие соответствующие регуляторы координат РПz, РПи, регулируемые электроприводы РЭП1, РЭП4 и датчики координат Z.I.;
- два встроенных друг в друга контура (по координатам X,P и Y,R), содержащие подчиненные друг другу регуляторы координат РПх, РПр и РПу, РПр, регулируемые электроприводы РЭП2, РЭП3 и датчики координат X,Y,P,R.

Анализ технических показателей современных квадрокоптеров позволил определить некоторые их недостатки с точки зрения управления:

- большая статическая ошибка при позиционном управлении может достигать 0,1 м;
- большая динамическая ошибка при контурном управлении (при движении по окружности радиуса 1 м со скоростью до 3 м/с может достигать 0,3 м);
- низкая частота пропускания механической части КК (0,5 – 2 Гц);
- большое время задержки в передаче информации о координатах (до 0,03 с);
- сильное влияние ветровой нагрузки на движение КК (их работа ограничена скоростью ветра до 12 м/с);
- низкая частота пропускания применяемых РЭП (менее 20 Гц).

Уменьшение влияния этих недостатков на технические показатели КК требует решения следующих основных задач:

- совершенствования методов управления квадрокоптером (за счет разработки и применения нейросетевых, нечетких, адаптивных алгоритмов), особенно на уровне планирования траекторий перемещений;

- совершенствования методов проектирования регуляторов параметров, исходя из оптимизации контуров управления координатами по выбранным критериям качества;
- совершенствования датчиков координат (за счет применения новых быстродействующих датчиков совместно с фильтрами Калмана и (или) идентификаторов состояния);
- совершенствование механической части КК (за счет применения несущих винтов с изменяемой конфигурацией);
- совершенствование РЭП (повышение их частоты пропускания до 50 Гц, диапазона регулирования скорости до 1000 за счет применения векторного управления вентильными электродвигателями, достижение одинаковости технических характеристик).

Каждая из этих задач является достаточно сложной с научной и инженерной точки зрения, требующей проведения сложных научных и инженерно-конструкторских расчетов как отдельных блоков, так и всей ИИУС КК.

Список литературы

1. А.В. Савицкий, В.Е.Павловский. Модель КК и нейронный алгоритм управления. Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша №17, 2017 г., 20 с.
2. Дахар Сайфеддин. Мехатронная система управления полетом квадрокоптера и планирование траектории движения методами оптической одометрии. Диссертация по специальности 05.02.05 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы», 2014 г., -186 с.
3. Колотов М.Е., Смирнова Т.А. Декомпозиция линейной модели квадрокоптера. // Молодой ученый.- №13(117), 2016 г.
4. Логачев В.Г., Минин И.В. Метод стабилизации положения и управления КК в пространстве с использованием данных инерциальных и визуальных сенсоров// Фундаментальные исследования.-2015, №11-1, с.85-91.
5. Ющенко А.С., Лебедев К.Р., Забихафар С.Х. Система управления КК на основе адаптивной нейронной сети. Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э.Баумана, №7, 2017 г., с.262-267.
6. Michael D. S. Simulation and control of a quadrotor unmanned aerial vehicle. URL: uknowledge.uky.edu/gradschool_theses/93 (handling date 12.01.2015).

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

ОБЕРЕГАЕМ ЛЕС И ЖИЛИЩА ОТ ПОЖАРОВ

Войнов К.Н., Есбулатова А.Ж.

(Войнов К.Н. - д.т.н., профессор Университеты ИТМО и ГАСУ, г. Санкт-Петербург, РФ;

Есбулатова А.Ж. - канд. техн. наук, преподаватель, Западно-Казахстанский

Аграрно-технический университет, г. УральскКазахстан)

Введение. В основном человечество страдает от следующих техногенных катастроф: наводнения, пожары, землетрясения, ураганы. Некоторые из них люди не могут предотвратить, но пытаются прогнозировать и уменьшить их негативное влияние. В данной статье речь пойдет исключительно о бушующих пожарах, возникающих большей частью по вине человека. Например, выжигание сухой травы, непогашенный брошенный окурок, непотушенный как следует костёр и другие. Недавно катастрофическими пожарами были охвачены миллионы гектаров лесов, уникальных заказников,

заповедников, жилых массивов в разных странах. Убытки и ущерб экологии и всему живому просто огромный. Активному тушению возникающих пожаров часто мешает отсутствие воды или её слишком ограниченное количество в непосредственной близости от возникшего очага возгорания. Объёмы переносимой с собой воды у пожарников весьма ограничены, а близко обычно отсутствует место заправки баллона новой порцией так необходимой воды. В задачу данной публикации входит разработка портативных ёмкостей для хранения воды, в частности дождевой, причём при заполнении таких резервуаров они сами практически герметично закрываются без участия человека.

Ключевые слова: накопление воды, самозавязывающаяся ёмкость, пожаротушение, водосохранение.

Текст 1. В этом разделе приведём сведения, связанные с современными средствами пожаротушения, используя некоторые патенты и опубликованные материалы [1-5].

По существу, все известные приёмы пожаротушения можно укрупнённо разделить на несколько групп:

- ручным способом (вёдра с водой, огнетушитель, распылитель и другие), словом те, которые не являются тяжёлыми для переноски их человеком, но имеющих существенный недостаток, связанный со слишком малым объёмом искрогазящей среды;

- механизированный способ с помощью человека, управляющего направлением и объёмом подачи воды или пены с пожарной машины, или путём применения специального состава, а также с применением робототехники. К этому же варианту относятся способы сбрасывания большой массы воды с самолёта или подвоза воды к очагу возгорания поездом, если есть такая возможность.

Известно автономное средство для пожаротушения [1], которое содержит микрокапсулы с огнегасящим составом, имеющие размеры от 2 до 100 мкм и представляющие собой галогеноуглерод, заключённый в полимерную оболочку из полимочевины и/или полиуретана, и связующее. Недостаток – малый объём и ограниченное время на гашение.

Патент [2] – Устройство для управления противопожарными средствами. Это специализированная полезная модель относится к противопожарной технике и предназначена для использования в автоматических системах управления техническими средствами пожаротушения в основном на тяговом подвижном составе железнодорожного транспорта и на других объектах.

Патент [3] – Телемеханическая установка пожаротушения с транспортировкой средств пожаротушения к очагу пожара подъёмно-транспортным оборудованием защищаемого объекта. Система громоздкая.

Патент [4] – Способ защиты от пожара на торфяниках предполагает создание специальных устройств в виде заградительных перемычек из негорючего минерального грунта, который препятствует распространению огня при горении торфа, причём без выемки торфа и без использования привозной воды.

Патент [5] – Способ тушения пожара нанопорошком, заключающийся в подаче огнетушащего порошкового вещества в зону пожара и распылении его в зоне горения, при этом огнетушащее порошковое вещество находится в виде достаточного количества нанопорошка, необходимого для ингибирования пожароопасной среды в течение времени, которое требуется для подавления пламени; затем производят подачу огнетушащего порошкового вещества в виде микрокапсулированного огнегасящего агента, которым продолжают тушение пожароопасной среды.

Многие важные технические новинки по способам пожаротушения и предупреждения возможных взрывов можно найти в специализированных статьях журнала [6].

Однако, в них не встречаются аналоги или похожие прототипы устройства для автоматического набора дождевой воды и её практически герметичного сохранения без испарения.

Так как речь идёт и о необходимости герметичной закупорки налитой ёмкости, то приведём ещё несколько патентов по этой проблеме.

Например, патент РФ №2327405: Автоматическая крышка для электрического чайника, которая имеет кнопку, открывающую или закрывающую крышку при нажатиях. Опубликовано 27.06.2008. Или, скажем, следующий патент №2374155 РФ: Резьбовой узел укупорочного средства, который выполнен в виде нескольких резьбовых соединений. Опубликовано 27.11.2009.

Текст 2. Итак, основная цель разработки – обеспечение без участия человека заполнения водой ёмкости, самозакрывающейся при её наполнении для практически полного предотвращения испарения собранной среды.

Вывод. Работа предложенной конструкции не требует участия человека, хотя, резервуар может заполнить и человек, а не дождь. При необходимости тушения пожара человек открывает закрытое отверстие в нижней части ёмкости и забирает требуемое количество воды (для пополнения огнетушителя или для подключения насоса со шлангом/пожарным рукавом). Такие хранилища воды могут стоять достаточно близко к местам возникновения пожаров, что позволит спасти лес и жилища. Сделанная авторами модель успешно сработала.

Список литературы

- [1] Патент: Автономное средство пожаротушения - Евразийское патентное ведомство 028290 В1, 31.10.2017.
- [2] Патент №39962. Устройство для управления противопожарными средствами, 2004.08.20.
- [3] Патент №2435621. Телемеханическая установка пожаротушения... 10.12.2011.
- [4] Патент №2526671. Способ защиты от пожара на торфяниках. 27.08.2014.
- [5] Патент №2610814. Способ тушения пожара нанопорошком...09.08.2015.
- [6] Журнал «Пожаровзрывобезопасность».

ОПЫТ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ «ЧИСТАЯ ВОДА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПРАВОЧНИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ

Юрченко М.Н., Савельева К.А.

РТУ МИРЭА, РФ, г. Москва

Аннотация: Рассмотрены вопросы и проблемы учета сезонных колебаний качества воды по основным санитарно-гигиеническим показателям в ходе реализации проекта «Чистая вода», рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются субъекты РФ, при подборе технологии очистки в АИС "Реформа ЖКХ". Предложены рекомендации по решению рассмотренных проблем.

Ключевые слова: водоподготовка, сезонные изменения, очистка воды.

Abstract: Examines the issues and problems of seasonal fluctuations of water quality on major health indicators during the implementation of the project "Pure water", discusses the problems faced by the subjects of the Russian Federation, in the selection of treatment technology in the AIS "housing Reform". Recommendations for solving the considered problems are offered.

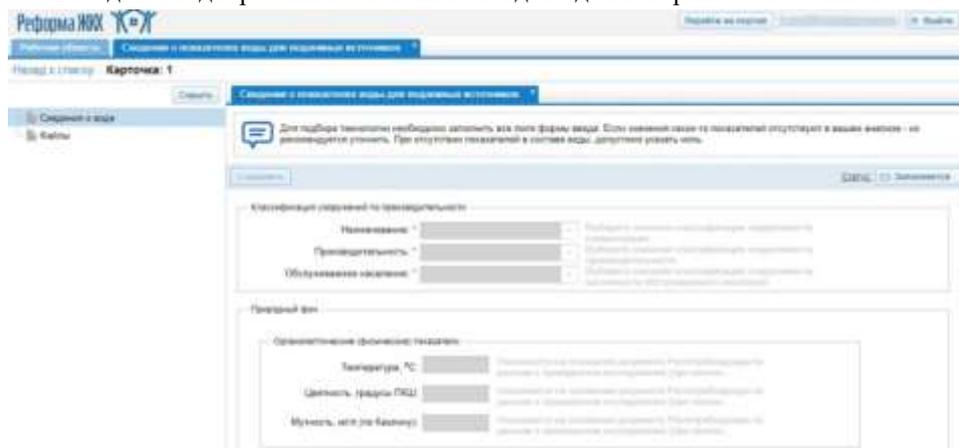
Keywords: water treatment, seasonal changes, water treatment.

Федеральный проект «Чистая вода» направлен на повышение качества питьевой воды в 83 субъектах Российской Федерации. Его основной целью является увеличение доли россиян, обеспеченных качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения до 90,8 % к 2024 году; доли городского населения до 99 % к 2024 году[1]. Для этого была проведена масштабная работа по инвентаризации всей имеющейся инфраструктуры в регионах, после чего утвердили региональные программы до 2024 года во всех субъектах-участниках проекта. Экспертным сообществом подготовлен справочник перспективных технологий водоподготовки, где представлены лучшие российские технологии водоочистки. Справочник содержит перечень перспективных технологий водоподготовки и очистки воды, которые рекомендованы к использованию при реализации федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Экология». В нем описана краткая информация, позволяющая обосновать по единому алгоритму выбор перспективных технических и технологических решений, применяемых в проектах мероприятий по реконструкции, модернизации и строительства объектов централизованных систем водоснабжения. Справочник направлен во все субъекты Российской Федерации, в нем подробно представлены и описаны классификации источников водоснабжения, систем водоснабжения, методов водоподготовки, показателей наличия загрязнения и т.д. Известно, для того, чтобы получить федеральную субсидию регионам РФ, потребовалось оценить состояние объектов централизованных систем водоснабжения и водоподготовки, участвующих в федеральном проекте "Чистая вода". После осуществлена проверка на предмет их соответствия установленным показателям качества и безопасности питьевого

водоснабжения. Далее были утверждены региональные программы по строительству и реконструкции объектов питьевого водоснабжения и водоподготовки с учетом оценки качества и безопасности питьевой воды, а также эффективности модернизации систем водоснабжения и водоподготовки.

Информация, полученная в рамках проведения оценки состояния объектов, была размещена в автоматизированной информационной системе АИС "Реформа ЖКХ" путем внесения необходимой информации в соответствующие формы ввода данных. На основании введенной информации субъектами РФ, были предложены технологические схемы для очистки воды. ГК Фонд содействия реформированию ЖКХ, является администратором проекта «Чистая вода», осуществляет проверку введенных данных в систему, в соответствии с анализами, заверенными Роспотребнадзором, и осуществляет дальнейший «мониторинг» оценки объектов. Вкладка «Подбор технологических методов» в рабочей области АИС "Реформа ЖКХ", является автоматизированным Справочником, но как, оказалось, имеет небольшие отличия.

Рисунок 1 – Вкладка «Подбор технологических методов» для поверхностного типа источника



Например, стоит отметить, АИС "Реформа ЖКХ" не учитывает – сезонные изменения поверхностных вод, из-за этого субъекты РФ столкнулись с проблемой подбора технологии очистки, а именно из-за введения средних показателей воды за более «проблемный» месяц или период. Это может привести к невозможности осуществить подбор технологии или предложенная система очистки может оказаться достаточно сложной по аппаратному оформлению и ее эксплуатации, нежели чем система очистки, которая будет в действительности необходима субъекту, при условии, если не учитывать временные сезонные изменения состава воды.

Рассмотрим один из случаев, субъект РФ предоставил результат анализа воды, с такими показателями:

Таблица 1 – Показатели поверхностного источника

Наименование параметра, ед. измерения	Введенное в систему значение			
	Февраль	Май	Июнь	Октябрь
Цветность, градусы ПКШ (платинокобальтовой шкалы)	19	153	55	39
Мутность, мг/л (по каолину)	1,14	3,83	3,87	1,20
Запах при 20/60, балл	0	1	0	0
Водородный показатель, ед. рН	7,35	7,40	7,85	7,45
Окисляемость перманганатная, мг O ₂ /л	2,41	18,0	9,80	6,02
Сухой остаток мг/дм ³	511	143	191	146
Жесткость общая, мг-экв/л	3,56	1,14	1,15	1,50
Нефтепродукты, мг/л	0,017	0,028	0,025	0,044

В рабочей области АИС "Реформа ЖКХ" во вкладке «Подбор технологических методов», субъект РФ указал тип источника с пометкой о наличии антропогенных загрязнителей. В соответствующую форму ввода были введены показатели воды за май: T = 20 °С, Ц=153°ПКШ, M=3,83 мг/л, рН = 7,40, ПО=18,0 мгO₂/л, можно сделать вывод о том, что введенные в систему показатели T, Ц, M, и рН находятся в пределах

данного класса *A1-Цветные маломутные воды*. Параметры, приведенные в справочнике для класса вод А1: Ц=20-200 °ПКШ, М < 20 мг/л, Т = 0-25°C, рН = 6,8-9,0, ПО 6-10 мгО₂/л [2]. Однако значение ПО (18,0) не попадает в интервал, указанный в Справочнике для данного класса. Следовательно, система не осуществляет подбор технологии. Для решения данной проблемы, субъект был вынужден обратиться в ГК Фонд содействия реформированию ЖКХ.

При детальном анализе полученных результатов лабораторных испытаний (Табл.1), экспертами, были выявлены значительные изменения контролируемых санитарно-гигиенических показателей в разные времена года, а именно: цветности, мутности, перманганатной окисляемости и рН. Если наиболее устойчивым является водородный показатель (рН), то цветность, мутность, окисляемость, значительно отличались в годовом цикле. Например, наименьшие значения цветности (19,0), регистрировались в зимний период года, а – наибольшие в весенний (153,0). Выявленные изменения, по-видимому, обусловлены весенним паводком.

После анализа схожих ситуаций и в других субъектах-участниках проекта, было рекомендовано вносить средние значения показателей воды представленных в анализе за месяц или период, который в большей степени характеризует состояние водоисточника в течение всего года, и не является периодом сезонных колебаний различных показателей в источнике. Нецелесообразно осуществлять реконструкцию или строительство нового объекта, под более «загрязненную» воду, так как временное превышение показателей, частично может устраняться технологами, без необходимости усложнения технологической схемы.

Были даны рекомендации данному субъекту РФ осуществлять подбор технологии очистки по показателям поверхностного источника за июнь, где показатели Т, Ц, М, и рН находятся в пределах класса воды и соответствуют классу вод: *A1-Цветные маломутные воды*. В результате была подобрана технология очистки, с учетом антропогенных ингредиентов, код технологии: *T1*. О наличии промежутка времени, когда показатели сильно отличаются от среднегодовых значений, например, как в данном случае, в мае из-за паводка. Необходимо дополнительно указать в окне: «Дополнительная информация о воде», информация важна для проектной организации, которая будет осуществлять строительство или реконструкцию объекта.

Стоит отметить, что есть и еще одно отличие в АИС "Реформа ЖКХ", от Справочника, при подборе технологии для подземного типа источника. С данной проблемой столкнулись специалисты в ходе активной работы с субъектами РФ, при заполнении формы во вкладке «Подбор технологических методов», не для всех субъектов был осуществлен подбор технологии очистки. При анализе сложившейся ситуации, эксперты ГК Фонда содействия реформированию ЖКХ, выявили, что рабочая область по подбору технологии не учитывает ГОСТ 2761-84. Это видно из анализа воды одного из субъекта-участника Региональной программы «Чистая вода».

Таблица 2 – Показатели подземного источника

Наименование параметра, ед. измерения	Введенное в систему значение
Температура, °С	5
Цветность, градусы ПКШ (платинокобальтовой шкалы)	5
Мутность, мг/л (по каолину)	1
Водородный показатель, ед. рН	7,5000
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	0,4400
Fe общ-, мг/л	0,2200
Mn ²⁺ , мг/л	0,0350

При анализе показателей, можно сделать вывод, что введенные значения по ГОСТ 2761-84, входят в диапазон *1 класса* подземных вод, а именно: Ц не более 20°ПКШ, М не более 1,5 мг/л, рН = 6,0-9,0, ПО не более 2 мг О₂/л, Fe общ- не более 0,3мг/л, Mn²⁺ не более 0,1 мг/л[3]. Это означает, что дополнительная очистка не нужна. Данные соответствуют требованиям к источнику питьевого водоснабжения и соответствующим технологиям водоподготовки.

Таким образом, подбор технологии очистки в АИС "Реформа ЖКХ" работает успешно только в некоторых случаях, когда показатели воды полностью соответствуют параметрам классов вод, представленных в Справочнике. Это и следовало ожидать, так как подбор технологических методов работает по определенному математическому алгоритму. Алгоритм, не может учесть всех тонкостей, в отличие от специалиста. Поэтому система может только помочь подобрать технологию очистки в тех

случаях, где показатели воды являются стандартными, то есть соответствуют параметрам классов вод. Если источник воды имеет особенности, связанные с местностью, рельефом или сезонными изменениями, которые могут влиять, на один из показателей воды, отличающийся на фоне других показателей, то возникает сложность с подбором технологии очистки. Также, как выше было показано на примере одного региона РФ, проблемы возникают в случае, когда источник питьевого водоснабжения относится к 1 классу подземных вод. Кроме того, при подборе технологий необходимо учитывать риск-ориентированные подходы, основанные на необходимости обеспечения качества воды [4]. Поэтому автоматизированная система требует внесения корректировок для более успешной работы:

- учет периода максимальной загрязненности водоисточника, в случае постоянного или частичного присутствия в течение года;
- добавление дополнительной информации для субъектов РФ, при заполнении соответствующих полей, о необходимости внесения средних показателей воды за год;
- внесение в систему АИС "Реформа ЖКХ" показателей параметров подземных вод, соответствующих 1 классу вод, для которого не требуется дополнительная очистка;
- при соответствии показателей подземного источника 1 классу вод, предоставить информацию субъекту РФ, об отсутствии необходимости проводить мероприятия по очистки данной воды.

Список источников и литературы

1. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21.12.2018г N3).[Электронный ресурс] URL:<https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/9a0/88020e9ed93742b78845763a395cd20e.pdf>(дата обращения 6.03.2020)
2. «Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения»
3. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора" (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 27.11.1984 N 4013) (ред. от 01.06.1988). [Электронный ресурс] URL:<http://base.garant.ru/3923124/>(дата обращения 11.03.2020)
4. Samburskiy G. Grodzenskiy S. Approaches to risk assessment and selection of water treatment technologies to provide consumers with quality drinking water (2020). *Amazonia Investiga*, 9(25), 33-43.ISSN 2322-6307

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПРАВОЧНИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ ФП "ЧИСТАЯ ВОДА"

Савельева К.А., Юрченко М.Н.

РТУ МИРЭА, РФ, г. Москва

Аннотация: Рассмотрены технологические аспекты реализации федерального проекта «Чистая вода», показана необходимость совершенствования алгоритма выбора технологических решений на основе «Справочника перспективных технологий водоподготовки и очистки воды». Предложены рекомендации по оптимизации взаимодействия регионов и администратора проекта в части использования «Справочника перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения».

Ключевые слова: Водоподготовка, очистка воды, экология, анализ воды, качество воды

Abstract: The technological aspects of the implementation of the federal project "Pure Water" are considered, the need for improving the algorithm for choosing technological solutions based on the "Handbook of promising technologies for water treatment and water purification" is shown. Recommendations on optimizing the interaction of regions and the project administrator regarding the use of the "Handbook of promising technologies

for water treatment and water purification using technologies developed by organizations of the military-industrial complex and taking into account the risk assessment of public health”.

Keywords: Water treatment, water purification, ecology, water analysis, water quality

В федеральном проекте «Чистая вода» участвуют 83 субъекта Российской Федерации, для которых прохождение этапа подбора технологических методов является обязательным в соответствии с паспортом Федерального проекта [1]. В целях реализации процесса выбора технологических решений, по поручению Минстроя РФ, Российской ассоциацией водоснабжения и водоотведения в 2019 году был разработан «Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения» (далее – Справочник) [2]. Данный Справочник рекомендуется применять при осуществлении мероприятий по реконструкции, модернизации, строительству объектов централизованных систем водоснабжения. Для упрощения процедуры подбора муниципальным образованием (далее – МО) технологии водоподготовки, ГК Фонд содействия реформированию ЖКХ, который является администратором проекта «Чистая вода», разработал электронную систему.

При разработке данной электронной системы, являющейся автоматизированным отражением Справочника, были учтены многолетние наработки в области водоподготовки и очистки воды. Для удобства пользования системой был разработан простой и понятный интерфейс, основой которого являются «окна ввода параметров воды», обязательные для заполнения МО. На основании введенных субъектом данных (в соответствии с анализами, заверенными Роспотребнадзором), системой предоставляется выбор технологий водоподготовки и очистки воды, указанных в Справочнике. Таким образом, при правильном внесении всех значений показателей исходной воды в систему, по завершении работы выводится код технологии водоподготовки и соответствующая ему последовательность стадий.

В соответствие со справочником, для подбора технологической схемы необходимо определить класс вод. В справочнике приведены таблицы для определения классов вод поверхностных (Таблица 3 [2]) и подземных источников (Таблица 13 [2]). Практика тестирования показала, что компьютерная система не вправе отклоняться от заданных условий и не всегда может осуществить подбор технологической схемы по внесенным параметрам в связи с несоответствием одного параметра строгим границам запрограммированного класса воды. Так, например, программой невозможен подбор технологии для г.Н, поскольку в систему были внесены следующие параметры воды (Таблица 1).

Таблица 1 – Показатели поверхностного источника г.Н

Наименование параметра, ед.измерения	Введенное в систему значение
Температура, °С	20
Цветность, градусы ПКШ (платинокобальтовой шкалы)	48,2
Мутность, мг/л (по каолину)	4,25
Запах	1
Водородный показатель, ед. рН	7,2
Окисляемость перманганатная (ПО), мгО ₂ /л	4,1
Железо общее, мг/л	1,06
Азот аммонийный, мг/л	0,3
Нитриты, мг/л	0,082

Принимая во внимание тот факт, что источник г.Н является поверхностным, следует рассматривать соответствие внесенных показателей классам вод, приведенным в Таблице 3 [2]. Таким образом, начиная сопоставление параметров, введенных г.Н в систему, параметрам (Таблица 1), приведенным в справочнике для класса вод А1: Ц=20-200 °ПКШ, М < 20 мг/дм³, Т = 0-25 °С, рН = 6,8-9,0, ПО 6-10 мгО₂/л, можно сделать вывод о том, что введенные в систему показатели Т, Ц, М, и рН находятся в пределах данного класса *А1-Цветные маломутные воды*. Однако значение ПО (4,1) не попадает в интервал, указанный в Справочнике для данного класса. А следовательно, система не осуществляет подбор технологии. Так как показатель ПО меньше нижней границы интервала (значения 6, указанного в рамках класса А1), а иная технология, предусматривающая более высокие значения показателя ПО не соответствует значениям других параметров, технология, соответствующая классу вод А1, является оптимальной. Но данный вывод очевиден только для человека, который разбирается в технологиях очистки воды, автоматизированная

система же не способна пренебрегать условиями, внесенными в ее код. Решением данной проблемы было бы снижение нижней границы ПОВ Справочнике, поскольку данная проблема встречается среди субъектов РФ довольно-таки часто.

Рассмотрим иной случай, отсутствие подбора технологии у г.Л. Показатели приведены в Таблице 2.

Таблица 2 – Показатели подземного источника г.Л

Наименование параметра, ед.измерения	Введенное в систему значение
Температура, °С	5,5
Цветность, градусы ПКШ (платинокобальтовой шкалы)	1
Мутность, мг/л (по каолину)	1
Минерализациообщая (сухой остаток), мг/л	362,8
Водородный показатель, ед. рН	7,7
Жесткость общая, мг-экв/л	6,9
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	0,48
Железо общее, мг/л	0,18
Марганец, мг/л	0,01
Индекс Ланжелье	-
Карбонатные ионы в свободном состоянии, мг/л	0
Карбонаты в связанном состоянии, мг/л	0

На текущий момент при выборе технологий алгоритм может показать вариант, который соответствует более высоким значениям показателей. Например, вместо технологии кода Т3 по [2] $Fe < 3 \text{ мг/дм}^3$, $Mn < 0,1 \text{ мг/дм}^3$, $CO_3^{2-} \text{ св.} < 45 \text{ мг/дм}^3$, $pH > 6,8$, $I_L < 0$ система предложила технологию Т4 для более высоких значений показателей: $Fe < 5 \text{ мг/дм}^3$, $Mn < 0,5 \text{ мг/дм}^3$, $CO_3^{2-} \text{ св.} < 45 \text{ мг/дм}^3$, $pH > 7,2$. Таким образом, необходимо уточнение интерфейса алгоритма выбора технологий.

Также нельзя не упомянуть об отсутствии в анализах большинства МО таких показателей, как: индекс Ланжелье, карбонатные ионы в свободном состоянии и карбонаты в связанном состоянии. Индекс Ланжелье является расчетным показателем [3], для расчета которого требуются дополнительные лабораторные исследования, а следовательно, в стандартных анализах МО данный показатель отсутствует. Единственным полем, которое допускается оставить пустым при внесении данных в систему, является индекс Ланжелье, поскольку $I_L = 0$ является очень редким случаем, а в соответствии со справочником он должен принимать либо отрицательные значения, либо положительные. Данный показатель следует учитывать проектировщиками при проектировании, а не при подборе технологии. То же касается как карбонатных ионов в свободном состоянии, так и карбонатов в связанном состоянии: данные показатели не входят в перечень обязательных анализов, а следовательно требуют дополнительных исследований, которые не проводятся МО. Поскольку данные параметры не были введены в систему ни одним субъектом, следовало бы исключить их из системы или же ввести обязательным проведение лабораторных исследований для определения их значений.

Более того, в систему были несколько раз внесены показатели подземных источников, соответствующие 1 классу вод [2], для которых не требуется дополнительная очистка. Следовало бы добавить в АИС данные показателей, соответствующие данному классу подземных вод, для которых не требуется дополнительная очистка.

Таким образом, на данный момент система по подбору технологических схем на сайте «Реформа ЖКХ» работает успешно лишь в случаях с полным соответствием введенных параметров заданным параметрам классов вод для определения перспективных технологий. Использование «Справочника перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения» при выборе технологической схемы в автоматизированной системе требует внесения некоторых корректировок для успешного подбора технологий по введенным показателям воды в 99,9 % случаев:

1. снижение границы ПО для поверхностных источников;
2. исключение индекса Ланжелье, карбонатных ионов в свободном состоянии и карбонатов в связанном состоянии из классификации;
3. добавление в систему интервалов параметров подземных вод, соответствующих 1 классу, для которого не требуется дополнительная очистка.

Список литературы

1. Паспорт федерального проекта «Чистая вода». Приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21 декабря 2018г. №3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/9a0/88020e9ed93742b78845763a395cd20e.pdf> (дата обращения 27.02.2020)
2. Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.minstroyrf.ru/docs/18725/> (дата обращения 1.03.2020)
3. Расчет индекса Ланжелье и индекса стабильности Ризнера. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.h-flow.ru/tehnologii/raschet-indeksa-lanzhelier-i-indeksa-rizner/> (дата обращения 1.03.2020)

О СИСТЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КУЛЬТУРОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ III, IV КЛАССОВ ОПАСНОСТИ. СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ГОТОВНОСТЬ ПЕРСОНАЛА К ДЕЙСТВИЯМ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ.

¹Осипов В.А., ²Зацепин Н.В., ³Коршунов П.А., ⁴Соколов С.В.

¹Генеральный директор, к.т.н., ООО «Бин-НИТ», РФ, г. Владимир

²Директор, АНО «Служба мониторинга по Владимирской области», РФ, г. Владимир

³Директор, АНО «Аварийно спасательное формирование владимирской области», РФ, г. Владимир

⁴Генеральный директор, ООО «ГАРАНТТЕХСТРОЙ-В», РФ, г. Владимир

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию культуры безопасности на опасных производственных объектах.

ABSTRACT

The article is devoted to the study of safety culture at hazardous production facilities.

Ключевые слова: системы повышения культуры безопасности, системы управления промышленной безопасностью, локализация и ликвидация последствий аварий.

Key words: systems for improving safety culture, industrial safety management systems, localization and elimination of the consequences of accidents

Промышленная безопасность (ПБ) опасных производственных объектов (ОПО), является одним из важнейших направлений укрепления национальной безопасности Российской Федерации с момента создания горного надзора (Ростехнадзора), который ведет свою историю с начала XVIII века. С тех пор каждому этапу развития страны соответствовал определенный институт надзора с определенными полномочиями и элементами регулирования. Последний вариант института ПБ сформировался одновременно с подписанием основного закона в 1997 г. [2] и практически с тех пор не изменился, что, несомненно, привело к ограниченному и формальному характеру поставленных целей в промышленной безопасности в разрезе современных требований. Таким образом, можно считать вопрос реформирования ПБ актуальным и требующим новых подходов.

Одним из таких подходов, во втором десятилетии 21 века стала смелая попытка внедрить системы управления промышленной безопасностью (СУПБ) на ОПО, в том числе на объектах III, IV класса опасности – как комплекса взаимосвязанных организационных и технических мероприятий,

осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, локализации и ликвидации последствий таких аварий [1, 3]. Утверждение, что эти принципы построения СУПБ не нашли широкого отклика у представителей малого и среднего бизнеса, преимущественно владельцев ОПО III, IV класса опасности, в связи с отсутствием инструментов внедрения (стандартов, подзаконных актов и т.д.) и интереса у бизнеса самостоятельно заниматься этим вопросом, неверно абсолютизировать.

На наш взгляд причина совсем другая – низкая культура безопасности на предприятиях и опосредованная оценка ее роли.

На крупных предприятиях атомной промышленности культура безопасности является одним из важнейших элементов управления рисками в инженерных системах [4]. Оценку культуры безопасности, а также разработку мероприятий по ее поддержанию и формированию осуществляют с учетом следующих принципов [5]:

- признания безопасности объекта общей приоритетной ценностью;
- принятия всеми категориями персонала объекта личной ответственности за обеспечение безопасности и осознания необходимости выполнения требований безопасности;
- открытого обсуждения вопросов безопасности объекта, за исключением информации, доступ к которой ограничен.

Используя следующие методы и их комбинации [5]:

- анализ проектной и эксплуатационной документации объекта;
- визуальное наблюдение за функционированием организационных структур, поведением персонала;
- письменное анкетирование персонала;
- индивидуальные и коллективные интервью;
- другие методы.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что если исследования культуры безопасности на ОПО I, II класса опасности ведутся, то на ОПО малого и среднего бизнеса, к которым преимущественно относятся объекты III, IV класса опасности, совершенствование культуры как отдельной задачи даже не ставится. Формальный и ограниченный подход к вопросам промышленной безопасности на таких объектах, сопровождается авариями, где основными причинами является человеческий фактор.

Для решения этой задачи, мы предлагаем новый способ рассматривать культуру безопасности отдельного предприятия (система А, В, С), как систему, функционирующую в среде, объединяющую группу лиц (см. рис. 1) [6]. А оценку культуры безопасности и последующую разработку компенсирующих мероприятий с помощью аудита рассматриваемой системы во взаимодействии с обеспечивающими системами. Для оценки предполагается использовать системный и функциональный анализ. В настоящей статье мы приводим перечень обеспечивающих систем, которые повышают элемент культуры безопасности – готовность персонала к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии.



Рис. 1. Рассматриваемая система, ее эксплуатационная среда и обеспечивающие системы

Это системы:

- приборов, устройств, оборудования, непосредственно обеспечивающих проведение обучения безопасному ведению работ, действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте и дистанционной видео- и аудио фиксации инструктажей, обучения и иных форм подготовки работников по безопасному производству работ, а также хранение результатов такой фиксации [7];
- практических тренировочных мероприятий согласно плану мероприятий по локализации аварий на промышленных объектах и ликвидации их последствий;
- добровольных пожарных и газоспасательных дружин;
- организации огневых и газоопасных работ;
- дистанционного контроля промышленной безопасности (комплекс программных, программно-аппаратных средств, средств измерений, а также специальных технических средств, обеспечивающих непрерывное получение, обработку и передачу в режиме реального времени информации, характеризующей риск возникновения аварий на ОПО).

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 6 мая 2018 г. № 198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
2. Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. (с изменениями на 29 июля 2018 года).
3. Проект Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». URL:<https://regulation.gov.ru/projects#npra=92266> (дата обращения: 28.02.2020).
4. Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций»: приказ Ростехнадзора от 17.12.2015 г. № 522. URL:<http://docs.cntd.ru/document/420329007> (дата обращения: 28.02.2020).
5. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Методика оценки культуры безопасности на предприятиях ядерного топливного цикла» (РБ-047-16). URL:<http://docs.cntd.ru/document/456029058> (дата обращения: 28.02.2020).

6. ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла системы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200141163> (дата обращения: 28.02.2020).

7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 10 декабря 2012 г. № 580н «Об утверждении Правил финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902387260> (дата обращения: 28.02.2020).

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №17.1.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

ИНСТИТУЦИОНАЛИЗАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОГНОЗИРУЕМОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Терновая А.Н.

Томский университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск

В эпоху стремительного развития цифровых технологий неоспоримым фактом стало появление цифровой экономики в Российской Федерации. Государственная политика в отношении науки, как двигатель инновационного развития, направлена на популяризацию новых продуктов, технологий, а также распознавание технологических коридоров перехода к цифровой экономике с целью модернизации национальной экономической системы. На сегодняшнем этапе развития цифровых технологий, одной из главных тенденций проявилась тенденция роста количества, качества и многообразия взаимосвязей между организациями, гражданами и социально-экономическими системами.

Как утверждает Оксфордский словарь, цифровая экономика – это многосложная, многоаспектная система, которая главным образом функционирует за счет цифровых технологий, особенно электронных транзакций, осуществляемых с использованием Интернета. Данное объяснение дополняет формулировка Всемирного банка, определяющее цифровую экономику как «систему экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий».

Таким образом, цифровую экономику можно рассматривать с нескольких ракурсов: с широкой точки зрения, как отдельный институт со своей культурой, своими связями, законами, взаимодействиями, субъектами, объектами, и с узкой точки зрения, как систему, ориентированную на цифровизацию и систематизацию направлений экономики.

Институционализация представляет собой процесс определения и закрепления норм, правил, статусов и ролей, приведение их в систему, способную действовать в направлении удовлетворения некоторой общественной потребности. Институционализация – это замена спонтанного и экспериментального поведения на предсказуемое, которое ожидается, моделируется, регулируется.

Процесс институционализации предполагает создание нового института с новой системой ценностей и социальных норм, экономическими законами и управленческой концепцией. Из чего следует, что институционализация цифровой экономики, предполагает принятие государственных решений и постановлений, создание институтов направленных на развитие цифровой экономики, а также на развитие и регулирование взаимодействий субъектов, параметров хозяйственной среды в изменяющихся условиях.

В Программе «Цифровая экономика» обозначены следующие основные цели цифровой экономики:

- рост включенности граждан и хозяйствующих субъектов в работу в цифровом пространстве;
- создание инфраструктуры, обеспечивающей взаимодействие субъектов в цифровом пространстве;

- образование устойчивых цифровых экосистем для хозяйствующих субъектов;
- снижение издержек хозяйствующих субъектов и граждан при взаимодействии с государством и между собой;
- повышение конкурентоспособности экономики, хозяйствующих субъектов и граждан за счет цифровых преобразований во всех сферах жизнедеятельности общества.

Все вышеперечисленные цели еще раз приводят нас к выводу, о том, что цифровую экономику можно отнести к отдельному институту, имеющему свою инфраструктуру, обеспечивающую взаимодействия субъектов в цифровом пространстве, имеющие свои нормы, законы и управленческие концепции.

Одним из условий стабильной работы цифровой экономики выступает формирование цифровой среды и ее доступность для всех субъектов. Доступная цифровая среда будет способствовать эффективному процессу создания, распространения, обмена бизнес-идеями и продвижению реализованных бизнес-идей.

Взаимодействие субъектов в цэ на разных уровнях

Представленная модель отражает четыре уровня взаимодействия субъектов:



Субъектом институционализации цифровой экономики выступает социальная общность, имеющая совместный интерес и стремление к его реализации. Объектом институционализации цифровой экономики является круг проблем, фактов, явлений, затрагивающих интересы тех или иных социальных групп или общества в целом.

Итак, выделим характерные признаки институционализации:

- в основе институционализации лежит процесс согласования интересов;
- обеспечивается необходимая мера подчинения индивидуальных интересов групповым или общественным, происходит их деиндивидуализация;
- в процессе институционализации интересов социальные практики становятся регулярными, долговременными и обрываются признаками института;
- институционализация интересов обуславливает образование набора норм и правил, задающих контекст существования и взаимодействия субъектов;
- институционализация интересов связывает (интегрирует) социальное поведение носителей интересов, обеспечивает соответствие реальным ожиданиям и развивает силу социального действия (приближение функций институтов реальным интересам);
- институционализация интересов сопровождается созданием организаций и учреждений, обеспечивающих устойчивость функционирования соответствующего института, управление и контроль его деятельности.

Одним из критериев степени завершенности процесса институционализации цифровой экономики может служить массовое релевантное поведение носителей интересов в соответствии с институциональными образцами поведения.

Цифровая экономика представляет собой динамично развивающуюся форму ведения хозяйственной деятельности информационного общества. Она повсеместно проникает и занимает уверенные позиции в реальном секторе экономики. Цифровая экономика стремительно меняют привычные формы и методы ведения хозяйственной жизни по всему миру.

Список литературы

1. Васильева, Т. В. Мобильная коммерция: прошлое, настоящее, будущее: монография / Т. В. Васильева. – СПб.: Изд-во Инновационно-маркетингового центра «Наука высшей школы – Санкт-Петербургу», 2017. – 145 с.
2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУБЪЕКТОВ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РОССИИ Т. В. Васильева Северо-Западный институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Санкт-Петербург, Россия
3. *На правах рукописи* Матюгина Э.Г. Институализация как упорядочение эколого-экономических отношений национальной экономики 08. 00. 01 – Экономическая теория Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук Томск – 2009.
4. Панышин Б. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. Т. 3. № 157. С. 17—20.
5. В. Н. Киселев. Сравнительный анализ инновационной активности субъектов Российской Федерации//Инновации, № 4, 2010.
6. Инновации №4 (138) 2010 Сравнительный анализ инновационной активности субъектов Российской Федерации В.Н. Киселев, заведующий отделом исследований международной научной и инновационной политики Центра исследований и статистики науки Министерства образования и науки Российской Федерации.

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

СЕКЦИЯ №19.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ МЕТОДАМИ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Герасимов Д.А., Мельник В.И., Фантиков В.С., Шолина И.С.

(Герасимов Д.А.- аспирант, Мельник В.И., Фантиков В.С., Шолина И.С.)
СПб ГЭТУ "ЛЭТИ", г. Санкт-Петербург

Важным направлением исследования возможностей модификации и развития элементной базы электроники и радиоэлектроники является изучение применимости наноразмерных частиц в качестве основы электронных элементов. Довольно широко проводятся работы по созданию нанотранзисторов и аналогичных устройств, использующих наноразмерные частицы и кластеры [1-6]. Наночастицы и наноразмерные плёнки представляют собой системы, обладающие избыточной энергией и высокой химической активностью, причём частицы размером порядка 1 нм могут практически без энергии активации вступать как в процессы агрегации, ведущие к образованию ансамблей наночастиц, так и в реакции с другими химическими соединениями, в результате которых получаются вещества с новыми свойствами. Запасенная энергия наночастиц и плёнок определяется в первую очередь нескомпенсированностью связей поверхностных и приповерхностных атомов. Поэтому большинство синтезированных наночастиц и их агрегатов находится в неравновесном метастабильном состоянии. Поэтому неравновесность системы

позволяет осуществлять необычные, непрогнозируемые и невозможные в равновесных условиях химические превращения, особенно с учетом самоорганизации [7-10]. Вопрос о влиянии роста ассоциатов на конечные свойства наноструктурированного материала остается актуальной проблемой. Поскольку одним из самых востребованных методов получения наноразмерных частиц и нанопленок является магнетронное распыление (МР) в скрещенных полях, то моделирование и исследование процессов в плазме МР и их влияния на свойства синтезируемых частиц и пленок представляется актуальной задачей [11-15].

В установке МР формируется плазма аномально тлеющего разряда, в которую попадают нейтральные атомы мишени, выбитые из нее потоком падающих ионов плазмы и в дальнейшем осаждающиеся на подложке в виде наносимого покрытия или наноразмерных частиц, сформировавшихся в плазме. Преимуществом устройств МР является возможность наносить наноразмерные по толщине однородные покрытия или формировать наночастицы заданного размера за счет управления параметрами процесса [16,17].

К недостаткам устройств МР относится низкая степень ионизации паров напыляемого вещества, которая составляет 5-10%, что приводит к ухудшению адгезии наносимого покрытия. К тому же обычно установки МР не позволяют произвести нагрев подложек непосредственно перед нанесением покрытия, когда это требуется и в ряде других применений, что не способствует получению особо высококачественных стойких покрытий и ухудшает адгезию.

Поэтому более целесообразным представляется использование электродугового осаждения вещества из плазмы аномально тлеющего разряда [18]. Преимуществом такого способа нанесения покрытий является более высокая адгезия напыляемого на подложку вещества. При возникновении дугового разряда на поверхности испарителя образуется катодное пятно с диаметром горения разряда дуги порядка 1-3 мкм при токе дуги 100-150 А. Расплавленный металл испаряется, проходит через зону горения дуги. При этом атомы металла почти все ионизируются (~100% ионизации). Образовавшиеся ионы ускоряются электрическим полем (подложка - отрицательный электрод) и осаждаются с высокой энергией, что и обеспечивает высокую степень адгезии наносимого покрытия. Недостатком является наличие капельной фазы в плазменном осаждаемом потоке. Капли расплавленного металла появляются в связи с тем, что на катод испарителя подается небольшое отрицательное напряжение, которое вытягивает на себя часть ионов, образующихся в дуговом разряде из испаренных атомов катода. Это поток ионов, попадающих на расплавленный металл, создает давление на расплав, что и вызывает его разбрызгивание в виде капель размером до 10 мкм. Однако этот недостаток может стать достоинством, если целью процесса является синтез наночастиц, которые потом осаждают на специальную подложку с целью их анализа или практического использования.

Для реализации этого метода установка МР оснащается дополнительным магнетронным распылительным устройством, к которому дополнительно подключается последовательно через резистор блок питания подложек и параллельно резистору подключается выключатель, а к держателю подложек подключаются через переключатель блок питания подложек, дополнительный источник питания переменного тока и дополнительный источник питания постоянного тока [19].

При достижении необходимого вакуума камера заполняется газом (азотом или аргоном) через устройство напуска газов и на подложку от источника питания подложек подается отрицательное напряжение, в вакуумной камере возникает тлеющий разряд и происходит первичная предварительная очистка подложек. Далее тлеющий разряд выключается и вакуумная камера откачивается. При достижении давления в камере вакуума порядка $4-6 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст. на подложки от источника питания подложек подается напряжение - 1,0-1,7 кВ и включаются электродуговые испарители в нужной комбинации. Все вместе или по отдельности – в зависимости от того, что является целью процесса – нанопленка или наночастицы. Подложки при этом подвергаются бомбардировке ионами, что приводит к более тщательной очистке поверхности подложек при одновременном их разогреве до требуемой температуры. При достижении необходимой температуры (определяется опытным путем), потенциал подложек снижается до 100-120 В и происходит, если он необходим, подпыл буферного слоя, (для увеличения адгезии) в течение 30-40 сек. Далее производится напуск реактивного газа, обычно азота, который в плазме ионизируется и на поверхность подложек осаждается либо нанопленка, либо сформировавшиеся наночастицы. При достижении требуемых параметров технологический процесс заканчивается [19].

Этот режим был успешно использован для получения металлических зеркал с повышенным коэффициентом отражения света, а также при металлизации различных диэлектриков.

Список литературы

1. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники: учебник для студ. высш. учеб.заведений.- М.: Издательский центр "Академия", 2008.- 400 с. гриф УМО
2. Жабрев В.А., Марголин В.И., Павельев В.С. Введение в нанотехнологию (общие сведения, понятия и определения): учеб.пособие.- Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007.- 172 с.
3. Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию: Учебник, - СПб.: Издательство "Лань", 2012.- 464 с. гриф УМО
4. Pleskunov I.V., Syrkov A.G., Yachmenova L.A., Mustafaev A.S. Innovative methods of processing and analysis of metalcontaining raw materials based on adsorption phenomenon // Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects - 11th conference of the Russian-German Raw Materials, 2018. 2019. P.341-351.
4. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы Нанотехнологии: Учебник, М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2014.- 397 с. гриф УМО
5. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А., Аммон Л.Ю. Методы синтеза наноразмерных структур. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. 287 с.
6. Грачев В.И., Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок.- Ижевск, Изд-во "Удмуртия", 2014. 200 с.
- 7 Грачёв В.И., Марголин В.И., Тупик В.А. Роль физических эффектов при переходе к наноразмерным структурам // NorwegianJournalofdevelopmentoftheInternationalScienceNo 6/2017 .- С. 91-95
8. Chu Trong Su, V.A. Tupik, A.A. Potapov and V.I. Margolin Computer simulation of nano-thin film condensation process in a vacuum, Journal of Physics: Conf. Series, 26th International Conference on Vacuum Technique and Technology, IOP Conf. Series: 1313 (2019) 012054 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1313/1/012054
9. Жабрев В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как детерминированный выбор направления химического процесса. Часть I. Химическийаспект. // Нанотехника.- 2011.- № 4.- С. 44-52.
10. Sychov M., Syrkov A., Nakanishi Y., Hara K., Kominami H., Mimura H. Acid-basic aspect of control of nanocomposite electrical properties (Book Chapter). Nanoscale-Arranged Systems for Nanotechnology. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2015. P.89-95
- 11.Тупик В.А., Потапов А.А., Марголин В.И. Повышение качества нанопленок, получаемых магнетронным распылением // Нанофизика и наноматериалы. Сб. научн. трудов / Санкт-Петербургский горный университет. СПб. 2019. 322 с. (Междунар.Симпозиум, 27-28 ноября 2019 г.) - С. 290-294. ISBN 978-5-94211-893-8.
12. V.A. Tupik, V.I. Margolin and M.S. PotekhinThe influence of weak impacts on certain processes of nanotechnology // 24th International Conference on Vacuum Technique and Technology IOP Publishing; IOP Conf. Series: JournalofPhysics: Conf. Series**872** (2017) 012031 doi :10.1088/1742-6596/872/1/012031
13. Грачёв В.И., Марголин В.И., Тупик В.А. Новые аспекты в технологии производства элементов радиоэлектроники на основе тлеющего разряда // Технология производства и оборудование в приборостроении.- 2017.- № 2.- С. 63-66.
14. V. A. Tupik, V. I. Margolin and Chu Trong Su // 41 Numerical Method in Modeling of Obtaining Thin Film Processes, chapter 41, pp. 217-223 in Applied Aspects of Nano-Physics and Nano-Engineering, Copyright © 2019 by Nova Science Publishers, Inc., ISBN: 978-1-53614-709-4 (ebook), Published by Nova Science Publishers, Inc. f New York.
15. Марголин В.И., Шишов С.Е. Перспективы и проблемы нанотехнологий // О национальной доктрине развития в Российской Федерации нанотехнологий. Аналитический сборник.- М.: 2006.- Издание Совета Федерации.- С. - 54 – 63.
16. Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Марголин В.И., Рыбалко В.В., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию. Учебное пособие - Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), М., 2007.- 293 с.
17. Каштанов П.В., Смирнов Б.М., Хипплер Р. Магнетронная плазма и нанотехнология // Успехи физических наук. - 2007, Т. 177. - №5.- С. 473-510.
18. В.М. Шулаев, А.А. Андреев, В.П. Руденко Модернизация вакуумно-дуговых установок для синтеза покрытий и азотирования методом ионной имплантации и осаждения // ФИП PSE 2006, Т. 4. - №3-4. - С. 136-142

19. Устройство для нанесения тонкопленочных покрытий. Ефремов С.В., Старобинец И.М., Тоисев В.Н., Марголин В.И., Тупик В.А. Патент РФ на полезную модель № 144198, по заявке № 2014114732, приоритет от 14 апреля 2014, опубл. 10.08.2014, бюл. № 22.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

СЕКЦИЯ №21.

**МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2020 ГОД

Январь 2020 г.

VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2020 г.

Февраль 2020 г.

VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2020 г.

Март 2020 г.

VII Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2020 г.

Апрель 2020г .

VII Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2020 г.

Май 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2020 г.

Июнь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2020 г.

Июль 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г. **Челябинск**

Прием статей для публикации: до 1 июля 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2020 г.

Август 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г. **Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2020 г.

Сентябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г. **Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2020 г.

Октябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г. **Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2020 г.

Ноябрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**», г. **Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2020 г.

Декабрь 2020 г.

VII Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**», г. **Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2020 г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2021 г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Актуальные вопросы науки и техники

Выпуск VII

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 апреля 2020 г.)**

г. Самара

2020 г.

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород

Подписано в печать 10.04.2020.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,56.
Тираж 250 экз. Заказ № 043.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.