

11. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Текст] // Москва: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2013. – 69 с.
12. Левашев, А. Г. Повышение эффективности организации дорожного движения на регулируемых пересечениях [Электронный ресурс] / А. Г. Левашев, А. Ю Михайлов // Материалы XI международной (четырнадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции. – Режим доступа: http://towntraffic.narod.ru/Russian/Streets_net/2005/lev.htm

Виконано аналітичний огляд існуючих моделей та методів розв'язання прикладних задач. Розроблено та досліджено систему нечітких правил продукції для керування складними об'єктами. Модифіковано метод надшвидкого відпалу для настройки параметрів отриманої нечіткої системи. Експериментом підтверджено адекватність та ефективність теоретичних положень роботи. Визначено перспективні напрямки досліджень та шляхи адаптації до предметних галузей

Ключові слова: мобільний об'єкт, функція інтелектуального керування, правила продукції, надшвидкий відпал, модифікація

Выполнен аналитический обзор существующих моделей и методов решения прикладных задач. Разработана и исследована система нечетких правил продукций для управления сложными объектами. Модифицирован метод сверхбыстрого отжига для настройки параметров полученной нечеткой системы. Экспериментом подтверждена адекватность и эффективность теоретических положений работы. Определены перспективные направления исследований и пути адаптации к предметным областям

Ключевые слова: мобильный объект, функция интеллектуального управления, правила продукций, сверхбыстрый отжиг, модификация

УДК 004.891.3

РАСШИРЕНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Е. И. Кучеренко

Доктор технических наук, профессор*

E-mail: ai@kture.kharkov.ua

А. Д. Дрюк

Аспирант*

E-mail: sanya40@ukr.net

*Кафедра искусственного интеллекта

Харьковский национальный

университет радиоэлектроники

пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

1. Введение

В последние годы возрос интерес к мобильным мехатронным системам, что связано как с практической необходимостью использования таких систем для целей проведения работ в средах, недоступных для человека, так и с необходимостью изучения интеллектуальных способностей технических систем. Мобильные мехатронные системы (мобильные роботы) начинают использоваться с целью диагностики неисправностей протяжённых и высотных объектов, мониторинга окружающей среды, поиска объектов в труднодоступных местах, доставки грузов на производствах и т. д.

Большинство существующих систем, функционирующих в условиях существенной неопределённости и динамичности окружающей среды, работают под управлением оператора по каналу связи и не способны действовать самостоятельно [1].

Для реализации на существующих платформах перспективных подходов к построению адаптивных систем необходима разработка алгоритмов адаптивно-

го поведения и управления объектом с учётом вычислительной производительности встраиваемых приложений [2].

В связи с этим, тема научных исследований является важной и актуальной.

2. Постановка проблемы, цель и задачи исследования

Целью работы является разработка и исследование методов управления мобильными объектами типа «робот-манипулятор» на основе нахождения множества локальных минимумов с последующим выбором оптимальных решений.

Пусть территория производственного помещения представляет собой прямоугольное поле, разбитое на единичные клетки. На этой территории находится L грузов и K мобильных объектов, способных погрузить, разгрузить и перемещать грузы.

В связи с завозом партии из L_1 грузов требуется переместить $L_2 \subseteq L$ грузов в другие клетки, используя мобильные объекты. При этом все время выполнения

этого задания не должно превышать предельного времени:

$$\tau \leq \tau^*, \quad (1)$$

где τ^* – время, которое осталось до прибытия новых грузов. Если же время перемещения грузов $\tau > \tau^*$, необходимо модифицировать задачу, чтобы задание (1) было выполнено.

В работе [3] разработан метод, позволяющий оптимизировать выбор траекторий мобильных объектов так, чтобы время выполнения задания было минимальным. Однако в этой работе предполагалось, что движение мобильных объектов по траекториям дискретно. Это сильно упрощало задачу измерения времени выполнения задания.

Одним из наиболее перспективных и универсальных методов решения этой задачи представляется разработка и настройка нечеткой системы управления мобильными объектами.

Таким образом, необходимо:

- провести анализ существующих моделей и методов решения аналогичных задач;
- разработать систему нечетких правил продукций для управления мобильными объектами;
- разработать метод сверхбыстрого отжига для настройки параметров полученной нечеткой системы;
- протестировать качество работы метода.

3. Литературный обзор

Разработка нечетких систем является одним из наиболее распространенных подходов к управлению мобильными роботами [1–3].

В работе [4] предлагается метод отслеживания траектории автономного мобильного робота на основе комбинации интеллектуального контроллера и контроллера на основе нечеткой логики.

Основное преимущество данного метода перед существующими – сочетание более высокой точности отслеживания по сравнению с фаззи-контроллером и более высокой производительности по сравнению с интеллектуальным контроллером. Вместе с тем, приведенный метод предполагает перемещение мобильного робота в неопределенной среде и, соответственно, не предполагает оптимизации его траектории. Поэтому применение данного метода для решения поставленной задачи не представляется возможным.

В работе [5] рассматривается нечеткая модель перемещения мобильного робота в неопределенной среде. Роботу ставится задача управления перемещением по заданной траектории согласно некоторой функции $f(x)$.

Особое внимание в данной работе уделяется поведению мобильного робота при преодолении препятствий различного рода, в том числе выходу из тупиков. Данный метод [5] хорошо работает для лабиринтов, однако, поскольку мобильный робот заранее не знает местонахождения и размеров препятствий, оптимизация траектории робота также не представляется возможной.

Таким образом, для решения поставленной задачи необходимо модифицировать рассмотренные методы

4. Разработка метода управления мобильными объектами

4.1. Постановка задачи управления

Пусть единичные клетки, на которые разбита территория производственного помещения, являются квадратами $s \times s$. Пусть, кроме того, рассматриваемые мобильные объекты обладают следующими характеристиками:

- 1) мобильный объект имеет прямоугольную форму; его длина a , а ширина b ;
- 2) максимальная скорость мобильного объекта равна v_{\max} ; при этом время разгона до максимальной скорости и время полного торможения мобильного объекта достаточно мало для того, чтобы при расчете траектории им можно было пренебречь;
- 3) максимальная угловая скорость мобильного объекта равна ω_{\max} ;
- 4) масса мобильного объекта равна M ;
- 5) грузоподъемность мобильного объекта равна m ;
- 6) мобильный объект способен выполнять следующие задачи: частичная разгрузка; полная разгрузка; частичная загрузка; полная загрузка; перемещение (с грузом или без); экстренная остановка;
- 7) мобильный объект оснащен системой технического зрения, которая позволяет измерять расстояние до препятствий, а также абсолютное положение мобильного объекта в пространстве каждые τ_{\min} секунд;
- 8) максимальная скорость мобильного объекта не зависит от количества перемещаемого груза;
- 9) время загрузки и разгрузки (как полной, так и частичной) всегда постоянно и не зависит от количества груза, уже перемещаемого мобильным объектом.

Внешний вид мобильного объекта приведен на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид рассматриваемого мобильного объекта

Одним из наиболее удобных инструментов для моделирования работы мобильного объекта представляются сети Петри [6, 7], где в качестве позиций удобно брать задачи, выполняемые мобильным объектом, а в качестве переходов – действия, необходимые для перехода от одной задачи к другой.

Таким образом, необходимо решить задачу оптимизации управления мобильным объектом. Для этого

требуется найти оптимальную функцию управления $\varphi^*(d, \alpha)$, которая в зависимости от смещения d мобильного объекта и поворота α относительно середины траектории (эти значения легко найти через значения, полученные с помощью системы технического зрения) возвращает оптимальную угловую скорость ω^* , с которой мобильный объект должен поворачивать до следующего измерения расстояний и углов. Формальная постановка этой задачи имеет вид:

$$\delta = \max_{\substack{\text{tr}(G_{r_i}) \\ \{\tau_j\}}} \frac{|\theta_\varphi|}{|L_{\text{tr}}(G_{r_i})|} \rightarrow \min_{\varphi \in \Phi}, \quad (2)$$

где $\text{tr}(G_{r_i})$ – траектория движения мобильного объекта r_i ; $|\theta_\varphi|$ – путь, пройденный мобильным объектом согласно функции управления $\varphi = \varphi(d, \alpha)$; $|L_{\text{tr}}(G_{r_i})|$ – длина середины траектории $\text{tr}(G_{r_i})$; $\Phi = \Phi(d, \alpha)$ – семейство функций управления; $\{\tau_j\}, j \in J$ – временные зависимости.

4. 2. Разработка нечеткой модели

Универсальным подходом к решению поставленной задачи представляется разработка нечеткой модели для нахождения функции φ^* .

Для разработки нечеткой модели с учетом необходимо выполнить следующие действия:

а) определение нечетких термов для параметров d , α и ω , а также их функций принадлежности.

В работе предложено 6 термов лингвистических переменных – «большой отрицательный», «средний отрицательный», «малый отрицательный», «малый положительный», «средний положительный» и «большой положительный», – для каждого из параметров: смещения d , угла поворота α и угловой скорости ω .

Предполагая, что функции принадлежности положительных и отрицательных термов симметричны относительно оси ОУ, получим, что для настройки функций принадлежности данной нечеткой модели необходимо определить 12 параметров. Обозначим вектор этих параметров через P , тогда

$$P = (\sigma_{\tilde{d}_1}, \sigma_{\tilde{d}_2}, \sigma_{\tilde{d}_3}, \sigma_{\tilde{\alpha}_1}, \sigma_{\tilde{\alpha}_2}, \sigma_{\tilde{\alpha}_3}, \sigma_{\tilde{\omega}_1}, \sigma_{\tilde{\omega}_2}, \sigma_{\tilde{\omega}_3}, h_{\tilde{d}_2}, h_{\tilde{\alpha}_2}, h_{\tilde{\omega}_2}).$$

б) составить систему правил продукции вида

$$R_{ij}: \text{Если } d \in \tilde{d}_i \text{ и } \alpha \in \tilde{\alpha}_j \text{ с весом } w_{ij}, \text{ то } \omega \in \tilde{\omega}_k, \quad (3)$$

где $\tilde{d}_i, \tilde{\alpha}_j, \tilde{\omega}_k$ – нечеткие термы для параметров d, α и ω соответственно.

Поскольку для параметров d и α введено по 6 нечетких термов, то необходимо определить 36 правил, определяющих параметр ω в зависимости от параметров d и α . Чтобы определить эти правила, предлагается воспользоваться геометрическим подходом.

Пусть T – ближайшая к O точка линии L_{tr} (рис. 2). Тогда, очевидно, $OT = |d|$. Пусть p – прямая, содержащая вектор \vec{v} мгновенной скорости мобильного объекта, а l – касательная к линии L_{tr} в точке T . Тогда $\angle(p, l) = \alpha$. Обозначим точку пересечения прямых p и l через K . Будем выбирать угловую скорость ω так,

чтобы трасса мобильного объекта при движении со скоростью ω касалась прямой l . В случае, когда мобильный объект движется вдоль достаточно длинного прямолинейного фрагмента линии L_{tr} , это и будет означать, что он достигнет линии L_{tr} с углом поворота $\alpha = 0$; в противном случае угловая скорость будет корректироваться при последующих измерениях.

Тогда получим следующую зависимость:

$$\omega(d, \alpha) = \frac{2v_{\text{max}} \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{d} = \frac{v_{\text{max}} (1 - \cos \alpha)}{d}. \quad (4)$$

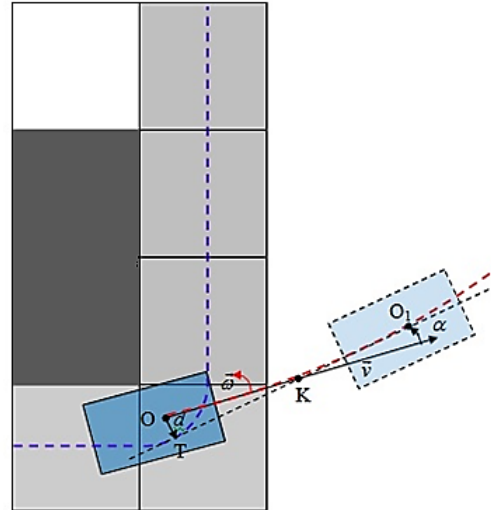


Рис. 2. Определение угловой скорости мобильного объекта

Исходя из значений функции $\omega(d, \alpha)$ в (4) составим систему правил продукции вида (3).

При настройке нечеткой модели необходимо определить 36 параметров w_{ij} . Однако, поскольку положение мобильного объекта с параметрами \tilde{d} и $\tilde{\alpha}$ симметрично положению мобильного объекта с параметрами $-\tilde{d}$ и $-\tilde{\alpha}$, правила, определяющие его угловую скорость при таких параметрах, должны иметь одинаковый вес: $w_{ij} = w_{7-i, 7-j} \forall i, j = 1, 6$. Таким образом, количество параметров весов правил сокращается до 18. Обозначив вектор параметров весов через W , получим $W = \{w_{ij}\}, i = 1, 3, j = 1, 6$. Тогда общее количество параметров настройки нечеткой модели равно $|P| + |W| = 30$.

в) сгенерировать обучающую выборку для настройки параметров нечеткой модели, в частности – параметров распределения нечетких термов $\tilde{d}_i, \tilde{\alpha}_j, \tilde{\omega}_k$ и весов правил w_{ij} .

Было принято решение сгенерировать $N = 50$ случайных пар параметров (d_i, α_i) , а затем для определения ω_i воспользоваться формулой (4).

г) настроить полученную нечеткую модель.

Для настройки нечеткой модели $F = F(P, W)$ следует изначально ввести ряд обозначений [8, 9].

$\mu_{\tilde{d}_i}^F(x_1)$ – функция принадлежности входного параметра $x_1 \in [-1, 1]$ нечеткому терму \tilde{d}_i в нечеткой модели F .

$\mu_{\tilde{\alpha}_j}^F(x_2)$ – функция принадлежности входного параметра $x_2 \in [-1, 1]$ нечеткому терму $\tilde{\alpha}_j$ в нечеткой модели F .

$\mu_{\omega_k}^F(y)$ – функция принадлежности выходного параметра $y \in [-1,1]$ нечеткому терму $\tilde{\omega}_k$ в нечеткой модели F;

$\mu_{\omega_k}^F(X)$ – функция принадлежности входного вектора $X=(x_1, x_2)$ нечеткому терму $\tilde{\omega}_k$ в нечеткой модели F;

$\tilde{y}^F(X)$ – нечеткое множество, соответствующее входному вектору $X=(x_1, x_2)$ в нечеткой модели F;

$y^F(X)$ – четкое значение выхода y , соответствующее входному вектору $X=(x_1, x_2)$ в нечеткой модели F, которое вычисляется с помощью дефаззификации нечеткого множества $\tilde{y}^F(X)$.

Тогда задачу оптимальной настройки модели $F=F(P,W)$ можно сформулировать как задачу минимизации невязки функции $y^F(X)$ на обучающей выборке:

$$R = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\tilde{\omega}(X_j) - y^F(X_j))^2 \rightarrow \min_{(P,W) \in G}, \tag{5}$$

где G – множество ограничений для векторов P и W ; N – объем обучающей выборки; $X_j = (\bar{d}_j, \bar{\alpha}_j)$ – вектор входных параметров обучающей выборки; $\tilde{\omega}(X_j) = \tilde{\omega}(\bar{d}_j, \bar{\alpha}_j)$ – выходной параметр обучающей выборки.

Задача (5) представляет собой задачу нелинейной оптимизации с $|P|+|W|=30$ параметрами.

4. 3. Метод настройки нечеткой модели

Одним из наиболее подходящих методов решения многопараметрических задач с целевыми функциями сложного вида является метод отжига [10]. Опишем его подробнее.

Пусть необходимо решить задачу оптимизации вида

$$f(X) \rightarrow \min_{X \in S}. \tag{6}$$

Тогда общий алгоритм метода отжига имеет следующий вид [10].

1) Случайным образом выбирается начальная точка $X=X_0$, $X_0 \in S$. Текущее значение энергии E устанавливается в значение $f(X_0)$.

2) k -я итерация основного цикла состоит из следующих шагов:

а) сравнить энергию системы E в состоянии X с найденным на текущий момент глобальным минимумом. Если $E=f(X)$ меньше, то изменить значение глобального минимума;

б) сгенерировать новую точку

$$X' = g(X, T(k)),$$

где $T(k)$ – закон изменения температуры; $g(X, T)$ – вероятностное распределение, порожденное семейством распределений $G(X, T)$;

в) вычислить значение функции в этой точке $E'=f(X')$;

г) выбрать случайное число α из интервала $[0,1]$;

д) если

$$\alpha < h(E' - E, T(k)),$$

где $h(\Delta E, T(k))$ – функция вероятности принятия, то установить $X=X'$, $E=E'$ и перейти к следующей итерации. Иначе повторить шаг б), пока не будет найдена подходящая точка X' .

Конкретная схема метода отжига задается выбором $T(k)$, $g(X, T)$ и $h(\Delta E, T(k))$. Для решения задачи (4) предлагается использовать одну из наиболее эффективных его схем – метод сверхбыстрого отжига [10]. Чтобы применить метод сверхбыстрого отжига к задаче (4), необходимо:

1) представить множество ограничений G в виде $(X_1, \dots, X_D)^T$, то есть определить границы интервала $[A_i, B_i]$ по каждому параметру;

2) выбрать значения параметров T_0 и c ;

3) задать количество итераций K : если $k > K$, то останов.

В процессе настройки было принято решение использовать следующие параметры метода: $T_0=45$, $c=0.5$, $K=100$.

Кроме того, необходимо задать область значений G параметров нечеткой модели F. Было принято решение рассмотреть такие варианты $\{G_1, G_2, G_3\}$ заданной области G , что $G_1 \supset G_2 \supset G_3$.

Заметим, что метод сверхбыстрого отжига гарантирует лишь статистическое нахождение глобального минимума, при $T_0 \rightarrow \infty$ и $K \rightarrow \infty$ [10]. Однако обеспечить такие условия не представляется возможным, поэтому метод может давать плохие результаты – это, вообще говоря, зависит от выбора начальной точки X_0 . Поэтому предлагается использовать следующую модификацию метода: задать некоторое число P и запустить вышеописанный алгоритм P раз при различных значениях X_0 , после чего взять лучший результат.

При выборе $P=100$ и различных вариантах заданной области значений S были получены следующие решения:

а) при задании области значений $S=G_1$ значение целевой функции $R \approx 0.055$;

б) при задании области значений $S=G_2$ значение целевой функции $R \approx 0.03$;

в) при задании области значений $S=G_3$ значение целевой функции $R \approx 0.02$.

На рис. 3 приведен график зависимости невязки R на обучающей выборке от области значений G .

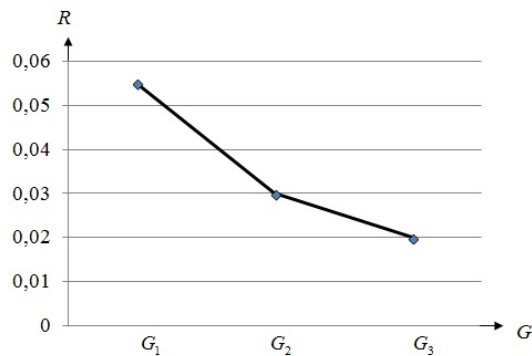


Рис. 3. График зависимости невязки R от области значений G

Таким образом, определено, что субоптимальным решением задачи (4) является решение, найденное при

задании $S=G_3$, что является удовлетворительным для заданных предметных областей.

5. Пример моделирования

Проверим адекватность полученной нечеткой модели (2) при следующих значениях параметров мобильного объекта: $a=1,15$ м, $b=0,71$ м, $v_{\max}=0,65$ м/с,

$$\omega_{\max} = \frac{2\pi}{3} \text{ с}^{-1}, M=170 \text{ кг}, m=40 \text{ кг}, \tau_{\min}=0,05 \text{ с}$$

и размере единичной клетки $s=1,15$ м.

На рис. 4 приведены результаты моделирования перемещения мобильного объекта по участку производственного помещения при различных значениях параметров нечеткой модели F.

На рис. 5 приведен график зависимости значения целевой функции δ задачи (2) от области значений G.

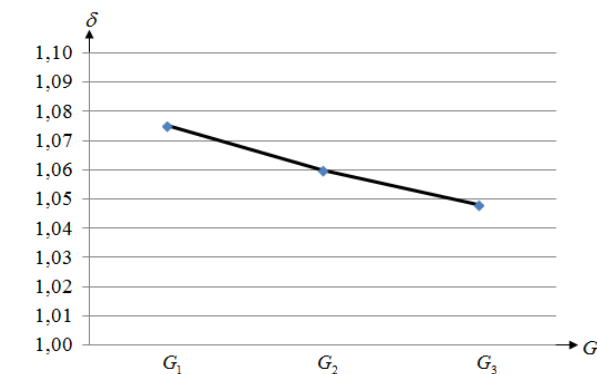
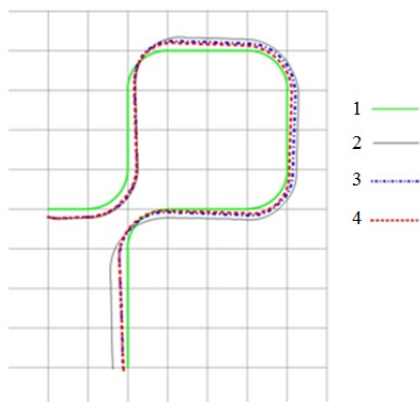


Рис. 5. Зависимость значения целевой функции δ задачи (2) от области значений G

6. Выводы

1. Выполнен анализ существующих моделей и методов решения актуальных задач, определено, что существующие методы и модели не в полной мере реализуют стратегию управления объектами, сформулирована постановка задачи исследования.

2. Разработана нечеткая модель в виде системы нечетких правил продукций для управления мобильными объектами, что позволило формализовать процессы интеллектуального управления мобильными объектами типа «робот-манипулятор» и повысить точность управления.

3. Модифицирован метод сверхбыстрого отжига для настройки параметров полученной нечеткой системы, который, в отличие от существующих методов, позволяет оптимизировать на заданных критериях и ограничениях многопараметрические функции сложного вида. При задании области значений $S=G_3$ получено значение целевой функции $R \approx 0,02$, что является удовлетворительным.

4. Тестированием подтверждена адекватность теоретических положений работы. Определена зависимость значения целевой функции δ задачи (2) от области значений G, что позволяет успешно реализовать цели интеллектуального управления.

5. Перспективой дальнейших исследований является адаптация и внедрение модифицированного метода.

Рис. 4. Пример моделирования движения мобильного объекта при различных параметрах модели: 1 – линия L_{tr} , равноудаленная от границ траектории; 2 – траектория, соответствующая решению для области $S=G_1$; 3 – траектория, соответствующая решению для области $S=G_2$; 4 – траектория, соответствующая решению для области $S=G_3$

Как видно из графика, при $G=G_3$ (рис. 5) соответствующая траектория $\delta=f(G)$ лишь на 4,8 % длиннее, чем линия $L_{tr}(G_3)$ согласно (2), что говорит о высоком качестве настройки модели.

Литература

- Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Текст] / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2005. – 208 с.
- Макаров, И. М. Автоматизация синтеза и обучение интеллектуальных систем управления [Текст] / И. М. Макаров, В. М. Лохин и др. – М.: Наука, 2009. – 228 с.
- Кучеренко, Е. И. Стохастические модели и методы субоптимальной маршрутизации сложных объектов [Текст] / Е. И. Кучеренко, А. Д. Дрюк // Бионика интеллекта. – 2013. – № 1 (80). – С. 45–53.
- Jiang X. Predictive fuzzy logic controller for trajectory tracking of a mobile robot [Text] / X. Jiang, Y. Motai, X. Zhu // IEEE Mid-Summer Workshop on Soft Computing in Industrial Applications Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, 2005. – P. 29–32. doi:10.1109/smcia.2005.1466943
- Al Yahmedi, A. S. Fuzzy Logic Based Navigation of Mobile Robots [Text] / A. S. Al Yahmedi, M. A. Fatmi. – Recent Advances in Mobile Robotics, 2011. – P. 287–310. doi:10.5772/25621
- Murata, T. Petri nets: Properties, Analysis and Applications [Text] / T. Murata // Proc. of the IEEE. – 1989. – Vol. 77, Issue 4. – P. 541–580. doi:10.1109/5.24143

7. Кучеренко, Е. И. Методы анализа достижимости на сетевых моделях в задачах проектирования сложных систем [Текст] / Е. И. Кучеренко, А. Д. Дрюк // Технология приборостроения. – 2011. – № 2. – С. 37–42.
8. Novak, V. On fuzzy type theory [Text] / V. Novak // Fuzzy Sets and Systems. – 2005. – Vol. 149, Issue 2. – P. 235–273. doi:10.1016/j.fss.2004.03.027
9. Zimmermann, H.-J. Fuzzy Set Theory and its Applications. 3rd ed. [Text] / H.-J. Zimmermann. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996. – 315 p. doi:10.1007/978-94-015-8702-0
10. Ingber, L. Simulated Annealing: Practice versus theory [Text] / L. Ingber // Mathematical and Computer Modelling. – 1993. – Vol. 18, Issue 11. – P. 29–57. doi:10.1016/0895-7177(93)90204-c

У статті запропоновано систему підтримки прийняття рішень (СППР) у слабо структурованій інформаційній системі. Пропонована СППР орієнтована на викладача ВНЗ, дозволяє оптимізувати параметри навчального процесу для формування найвищого рівня компетенцій майбутнього фахівця технічних галузей. Математичне моделювання пропонується проводити за допомогою ітераційного методу, який дозволяє обробляти та розраховувати слабо структуровані дані

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, оптимізація, інформаційна система, математична модель, компетентність

В статье предложена система поддержки принятия решений (СППР) в слабо структурированной информационной системе. Предлагаемая СППР ориентирована на преподавателя вуза, позволяет оптимизировать параметры учебного процесса для формирования высокого уровня компетенций будущего специалиста технических отраслей. Математическое моделирование предлагается проводить с помощью итерационного метода, который позволяет обрабатывать и рассчитывать слабо структурированные данные

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, оптимизация, информационная система, математическая модель, компетентность

УДК004.421.4

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ

В. І. Романовський

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: vrmsumy@ukr.net

Т. М. Загородня

Аспірант*

E-mail: tmzagorodnya@mail.ru

*Кафедра електроенергетики

Сумський державний університет

вул. Римського-Корсакова, 2,

м. Суми, Україна, 40007

1. Вступ

Останнім часом, в умовах зростаючої конкуренції на ринку праці, спостерігається тенденція недостатньої ефективності підготовки майбутніх фахівців, особливо спеціалістів у технічних галузях знань. Як загальновідомо, ефективність – це міра досягнення поставленої мети, а метою будь-якого замовника навчальних послуг, а також метою вищого навчального закладу (ВНЗ), є отримання максимально можливого результату у компетентності випускників ВНЗ. Підвищення рівня підготовки майбутніх фахівців за рахунок зростання терміну навчання об'єктивно неможливе, тому у сучасних умовах виникає потреба у розробці, впровадженні та використанні інформаційних технологій для управління процесом підготовки майбутніх фахівців з метою підвищення його ефективності.

Важливим етапом у будь-якому процесі управління є розробка, вибір і прийняття оптимальних, раціональ-

них та ефективних управлінських рішень. Проблеми, які виникають у процесі прийняття рішень, зокрема, управлінських, не нові, про що свідчить наявність великої кількості робіт вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема, В. А. Василенка, В. М. Колпакова, І. Б. Сіроджи, М. Еддоуса, Р. Стенфілда, З. Міколайчика.

Але на теперішній час процеси управління процесом підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей ускладнюються тим, що інформаційне наповнення у галузі сучасних технологій стає динамічним, швидко поновлюваним, таким, що направлене на вирішення конкретних сучасних технічних задач. Це відображається, зокрема, при плануванні навчальних траєкторій підготовки для окремих груп студентів та окремих напрямків їх підготовки. Напрямок вирішення таких задач відомі, наприклад, Циганок В. В. зазначає, що у слабо структурованих предметних областях (до яких відносять і процес навчання), де немає можливості отримання детермінованою інформації в