

Для проведения физического моделирования процесса плавления на парафине и воде, необходимо было подобрать такие значения скоростей движения воды и размеров парафина, чтобы числа Био при натурном и физическом моделировании были равны. Полученные значения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения чисел Био для парафина

Скорость воды, м/с	Эквивалентный диаметр парафина, м						
	0,03	0,024	0,018	0,012	0,005	0,003	0,001
0,01	54,4	48,4	41,8	34,1	22,6	18,1	12,0
0,03	98,2	86,9	74,3	59,9	38,1	29,6	18,1
0,05	130,1	115,0	98,1	78,7	49,5	38,1	22,6
0,08	169,1	149,3	127,2	101,7	63,3	48,4	28,0
0,1	191,7	169,1	144,0	115,0	71,3	54,4	31,2

Из таблицы видно, что для реальных интервалов чисел Био от 9,6 до 190 существуют модельные скорости воды и диаметров парафина, дающие значения Био в том же интервале. Таким образом, в лабораторных условиях могут быть проведены эксперименты, адекватно моделирующие энергосберегающий высокотемпературный процесс плавления металлического лома в жидкометаллическом теплоносителе.

*Библиографический список*

1. Ключников А.Д. Интенсивное энергосбережение: предпосылки, методы, следствия // Теплоэнергетика. 1994. № 1. С. 12–16.
2. Строгонов К.В., Картавец С.В. Жидкая сталь. Использование теплоты и скоростная разливка: монография. Магнитогорск: МГТУ, 2006. 147 с.
3. Способ производства плоских изделий: Патент № 2239515 РФ, МКИ<sup>7</sup> В 22 D 11/1 / Картавец С.В., Строгонов К.В. (РФ). 4 с.: ил.
4. Платонов И.В., Картавец С.В. Возможности интенсивного энергосбережения в электроплавильном процессе // Электротехнология. 2013. № 8. С. 42-45.
5. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. 2-е изд., перераб. М.: Энергоиздат, 1988. 560 с.

**МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Чернова А.Д., Семенова Н.Г.  
Оренбургский государственный университет  
tomsk@house.osu.ru; fiara@inbox.ru*

В настоящее время активно используются методы искусственного интеллекта (нейронные сети, генетические алгоритмы, экспертные системы, теория нечетких множеств и др.) в вопросах решения технических задач. Интерес представляет использование этих методов в задачах систем энергообеспечения. В работе рассматриваются принципы этих методов, способы применения, основные достоинства и недостатки.

Нейронные сети представляют собой распределенные системы, состоящие из входного, внутренних и выходного слоев, в каждом из которых несколько нейронов, между которыми есть связи, называемые весами. Нейронные сети способны к адаптивному обучению путем реакции на положительные и отрицательные воздействия [1].

В электроэнергетике искусственные нейронные сети используются для предсказания нагрузки; управления потоками электроэнергии в сетях; диагностики; оптимизации размещения датчиков. Их существенным достоинством является способность приспосабливаться к изменяющимся условиям, быстро выявлять смену тенденций, возможность использовать большое количество входных параметров, оценивать их важность и как следствие уменьшить объем. Так же нейронные сети могут использоваться в составе других технологий искусственного интеллекта; при решении задач с нелинейным характером прогнозируемых процессов, высоким уровнем неопределенности, без ограничений и предварительных проверок. Мощность нейросистемы может неограниченно наращиваться [2, 3].

Недостаток статистических данных для обучения и скрытый характер функционирования создают сложности при разработке и использовании искусственных нейронных сетей.

Генетические алгоритмы – поисковые алгоритмы стохастической оптимизации, основанные на механизмах генетики. Процессу построения предшествуют выбор начальных условий, критерия, анализ и выбор ограничений, учитывающих особенности объектов, систем, и факторы, влияющие на их функционирование. До начала моделирования со случайным набором хромосом создаются индивидуумы, которые затем скрещиваются и мутируют. В результате отбора определяется, как строится популяция следующего поколения из старой, и добавляются новые индивидуумы. Затем эти операции повторяются. В качестве решения задачи оптимизации принимают наилучшего из найденных индивидуумов.

Примером использования генетических алгоритмов является: оптимизация систем электроснабжения (СЭС) по активной и реактивной мощности [4], оптимизация режимов электроэнергетической системы (ЭЭС) по коэффициентам трансформации; решения задач управления, надежности электрооборудования [5]; планирование режимов электроэнергетических систем [6].

Генетические алгоритмы позволяют определить достаточно быстро точное решение сложных оптимизационных задач (в том числе с изменяющейся средой), имеющих многомерный характер; не требуют никакой информации о поведении функции; стойки к попаданию в локальные оптимумы; учитывают технические ограничения любого вида, дискретность и целочисленность переменных; просты в реализации; могут применяться совместно с другими методами расчета.

К недостаткам генетических алгоритмов относят: большое время поиска экстремума, что не позволяет использовать их в режимах реального времени; недостаточное приближение найденного решения к оптимальному значению на небольшом пространстве поиска.

При проектировании систем электроснабжения, имеющих высокий уровень неопределённости, решающим является опыт проектировщика. Формализация этих знаний возможна при использовании экспертных систем – направления исследований по созданию вычислительных систем, умеющих принимать решения, схожие с решениями экспертов в предметной области, и предназначенные для консультаций менее квалифицированных специалистов.

Экспертные системы разрабатываются для операторов энергетических объектов, они предоставляют информацию о состоянии энергоблока; привлекают внимание оператора к нарушениям; проводят диагностику нарушений; выбирают необходимые действия по их устранению. Также широко используются экспертные системы для автоматизированных систем управления СЭС, тренажеров, создания сценариев оперативных переключений.

Экспертные системы позволяют для широкого круга задач получать решение, приносящее значительный экономический эффект и упрощающее процессы; добавляют новые качества к программам при объединении экспертных систем с технологиями традиционного программирования.

Недостатки экспертных систем заключаются в создании экспертной базы знаний, что обуславливает некоторый субъективизм. Также можно выделить недостатки, вытекающие из особенности задач, не позволяющих решить их этим методом или имеющих более точное численное решение.

Для уменьшения неопределенности в электроэнергетических задачах различного класса были разработаны методы на основе аппарата теории нечетких множеств, которые затрагивают следующие вопросы: оценка состояния электротехнических устройств, решение задач управления функционированием ЭЭС, диагностирование состояния энергетической безопасности территорий, решение задач прогнозирования потерь мощности в электрических сетях, оптимизация систем электроснабжения сельских районов [7].

Принцип этих методов заключается в том, что параметры, которые не могут быть заданными детерминировано или с определенной степенью вероятности, представляются в виде нечетких множеств, характеризующихся функцией принадлежности.

Преимущества нечетких множеств заключаются в возможности оперировать неоднозначно задаваемыми изменяющимися входными данными и отражать в выходных данных суммарную степень неопределенности исходных данных; в возможности повышения достоверности описания объекта. Теория нечетких множеств позволяет быстро и не трудоемко моделировать и анализировать сложные динамические системы, удобно и качественно оценивать альтернативы по отдельным критериям путем лингвистической оценки или ранжированием в зависимости значения функции принадлежности. Также отсутствует необходимость в определении количественных зависимостей между исходами и альтернативами, в алгоритме четко определена точка остановки и нет риска переполнения данными.

К недостаткам также относят отсутствие стандартной методики конструирования нечетких систем; исходный набор правил, вид и параметры функций принадлежности выбираются экспертом-человеком и могут оказаться неполными или противоречивыми. Также отсутствует возможность добавления новых знаний из-за слабой устойчивости результатов.

#### *Библиографический список*

1. Гордеев А.С., Чувилкин А.В. Прогнозирование электропотребления объектов с применением искусственных нейронных сетей // Вопросы современной науки практики. 2008. № 2. С. 32-36.
2. Галушкин А.И. Применение нейрокомпьютеров в энергетических системах [Электронный ресурс] // Научный центр нейрокомпьютеров: [сайт]. [2013]. URL: <http://www.icmm.ru/~masich/win/lexion/neuro/energy.htm> (дата обращения 6.11.2013)
3. Каменев А.С., Королев С.Ю., Сокотущенко В.Н. Нейромоделирование как инструмент интеллектуализации энергоинформационных сетей / под ред. В.В. Бушуева. М.: ИЦ «Энергия», 2012. 124 с.
4. Манусов В.З., Павлюченко Д.А. Генетический алгоритм оптимизации режимов энергосистем по активной мощности // Электро. 2003. № 3.
5. Елтышев Д.К., Петроченков А.Б., Бочкарёв С.В. К вопросу о применении генетических методов для решения задач поддержки жизненного цикла электрооборудования // Доклады Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2009. № 2. С. 136-142.
6. Любченко В.Я., Павлюченко Д.А. Генетические алгоритмы оптимизации режимов электроэнергетических систем // Информационные системы и технологии. ИСТ`2003: Международная научно-техническая конференция: Материалы конференции (доклады и тезисы докладов).
7. Семенова Л.А. Разработка методики принятия решения по развитию систем электрооборудования с применением техноценологического подхода и теории нечетких множеств: автореферат дисс.... канд. техн. наук: 05.14.02. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 24 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МЕЖКОНТАКТНОГО ПРОМЕЖУТКА ЭЛЕГАЗОВОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ НА КЛАСС НАПРЯЖЕНИЯ 110 кВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЯЕМОЙ КОММУТАЦИИ**

*Черноскотов Д.В.  
УрФУ, chernoskutov1989dv@mail.ru*

Современное высоковольтное оборудование подстанций Единой энергосистемы РФ требует повышения уровня надежности ее элементов. Отдельное внимание в части повышения надежности и энергосбережения должно быть уделено аспектам коммутации высоковольтными выключателями, которые подвергаются значительным нагрузкам. В ходе проведения исследовательских испытаний на базе высоковольтной лаборатории ООО «УралЭлектроТяжмаш» интеллектуальная система обеспечивала предварительный пробой межконтактного промежутка элегазового выключателя ВГТ-110 на класс напряжения