



Казанский государственный энергетический университет насчитывает свою историю с 1968 года. За время своего существования университет превратился в крупнейший научно-образовательный центр Поволжья и Урала, признанный как в России, так и в международном пространстве. Гордость университета это выпускники – целая плеяда талантливых инженеров, многие из которых стали руководителями ведущих предприятий Татарстана и России, внесли огромный вклад в развитие экономики не только в нашей стране, но и за рубежом.

В КГЭУ действуют Технопарк, Инжиниринговый центр «Компьютерное моделирование и инжиниринг в области энергетики и энергетического машиностроения», Центр компетенций и технологии в области энергосбережения; Молодежный инновационный центр, Молодежный бизнес-инкубатор, научно-образовательный центр «Компьютерные тренажеры в тепло- и электроэнергетике»; научно-технические центры и учебные классы компаний: SchneiderElectric, Bosch, Danfoss, IEK, Эван, Акку-Фертриб, Московский завод тепловой автоматики. На базе КГЭУ созданы не имеющие аналогов в России учебно-исследовательские полигоны «Подстанция 110/10 кВ» и «Распределительные сети 0,4–10 кВ».

Ученые КГЭУ занимают ведущие позиции в области электро- и теплоэнергетики, цифровых технологий, защиты окружающей среды и водных биоресурсов. Университет является участником ряда технологических платформ России. По объему и уровню выполняемых научных работ КГЭУ сегодня является наиболее динамично развивающимся вузом России.

Сегодня в КГЭУ работают над технологиями, которые изменят будущее!

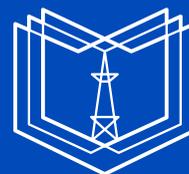
ISBN 978-5-89873-605-7



9 785898 173605 7

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Материалы конференции



КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

IV Всероссийская научно-практическая конференция

12-13 октября 2022 г., Казань

Материалы конференции



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
ТАТАРСТАН**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**IV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

Материалы конференции

Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова

Казань
2022

УДК 621.3
ББК 31.2
П78

Рецензенты:
доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ»
И.В.Ившин,
доктор технических наук, профессор
филиала ФГБОУ ВО УГНТУ
в г. Салавате Р.Г.Вильданов

Редакционная коллегия:
Э.Ю.Абдуллазянов (гл.редактор), И.Г.Ахметова, Н.В.Роженцова, В.Р.Иванова

П78 IV Всероссийская. научно-практическая конференция: **«Проблемы и перспективы развития электроэнергетики электротехники»:** (Казань, 12-13 октября 2022г.) под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. Казань: КГЭУ, 2022. 294с.

ISBN 978-5-89873-605-7

В сборнике представлены материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» по следующим научным направлениям:

- 1.Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики.
- 2.Энерго-и ресурсосбережение промышленных и коммунальных предприятий.
- 3.Энергосиловое оборудование, электропривод и автоматизация.
- 4.Малая энергетика, возобновляемые источники энергии, светотехника.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а так же для студентов вузов энергетического профиля.

Ответственность за содержание материалов докладов возлагается на авторов.

УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-605-7

© КГЭУ, 2022

2. Власов Б. В. Автоматизированные системы управления рациональным электропотреблением. Москва: Высшая школа, 2019. 290 с.
3. Городов, Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р. В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – Т.: Изд-во Томского политехнического университета – 2009. – 294с.
4. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки / Г.Г. Ольховский. – М.: Энергоатомиздат 1985. – 304.
5. Поспелов Г. Е. АСУ и оптимизация режимов энергосистем. Минск: Энергия, 2018. 351 с.
6. Целевое видение стратегии развития электроэнергетики России на период до 2030 г. / Ю. А. Зей-гарник, В. М. Масленников, В. В. Нечаев, И. С. Шевченко // Теплоэнергетика. - 2007. - № 11. - С. 2-13.
7. Проблемы, перспективы применения и методика расчета нормированной стоимости накопления электрической энергии / В. Д. Мельников, Г. Б. Нестеренко, Д. Е. Лебедев [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2019. Т. 11. № 4(44). С. 30-36.

УДК 004.032.26

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

¹Яппаров Рустам Ринатович, ²Корнева Полина Андреевна,
³Роженцова Наталья Владимировна
^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
^{1,2,3}yapparovrr@yandex.ru

В данной работе приведен обзор возможностей применения в энергетическом секторе нейросетевых технологий. Рассмотрены основные модели нейронных сетей и задачи, которые они могут решить.

Ключевые слова: нейронные сети, нейрон, многослойный персептрон, сети Кохонена, прогнозирование, энергосистемы, прогнозирование.

THE POTENTIAL OF NEURAL NETWORKS IN THE ELECTRICITY SECTOR

¹Rustam R. Yapparov, ²Polina A. Korneva, ³Natalia V. Rozhentsova
^{1,2,3}FSBEI HE "KSPEU", Kazan
^{1,2,3}yapparovrr@yandex.ru

This paper provides an overview of the potential applications of neural network technology in the energy sector. The basic models of neural networks and the problems they can solve are considered.

Keywords: neural networks, neuron, multilayer perceptron, Kohonen nets, forecasting, energy systems, forecasting.

Для промышленного развития с расширением энергосистемы необходимы стабильность, укрепление, надежность, технический прогресс, выбор и динамическая реакция энергосистемы. С ростом энергосистем сложность сетей значительно возрастает. Вследствие этого анализ энергосистемы традиционными методами и выводы из полученных данных, процесс получения информации, управления удаленными устройствами и коммунальными услугами стали более сложными и трудоемкими.

Современный научно-технический прогресс и активное развитие цифровых технологий позволили существенно развить энергетический сектор. Энергетическая инфраструктура сегодня активно переходит на технологии индустрии 4.0 – четвертой промышленной революции [1].

Одна из наиболее перспективных инновационных технологий индустрии 4.0 – это методы нейронных сетей обработки и анализа данных – элемент интеллектуальной энергетической сети[2].

Технологии нейронных сетей (НС) в общем виде схожи работе нейронов в человеческом мозге. В биологическом мозге каждый нейрон может быть вызван другими нейронами, чьи выходы поступают на него, а его собственный выход может в свою очередь вызвать следующие нейроны [3]. Простая нейронная сеть имеет входной слой нейронов, через который в сеть поступают данные, выходной слой, через который выводятся результаты, и, при необходимости, несколько скрытых слоев в середине, где происходит обработка информации.

Каждый нейрон в сети имеет набор «весов» и «функцию активации», которая управляет подачей сигнала на его выход [3]. Обучение нейронной сети включает в себя настройку весов нейронов таким образом, чтобы заданный входной сигнал приводил к желаемому выходу.

Их основное преимущество - способность к обучению алгоритмов, онлайн-адаптация динамических систем, быстрые параллельные вычисления и интеллектуальная интерполяция данных. Они классифицируются по своей архитектуре, количеству слоев, топологии, схеме подключения, прямому, обратному распространению и радиальной базисной функции или рекуррентной и т.д.

Для таких приложений, как классификация данных или распознавание образов, НС специально настраивается с использованием процесса обучения, который представляет собой изменение синаптических связей между нейронами. Эта система НС может быть воспроизведена с помощью современного оборудования или программного обеспечения. В компьютерных системах они используются в качестве программных пакетов или для интеграции искусственного интеллекта в системы управления.

НС являются быстрыми и надежными и не требуют соответствующих знаний о модели системы. Поскольку они устойчивы к сбоям, они могут работать в ситуациях с неполными или поврежденными данными и информацией. Они обладают способностью к обучению и адаптации данных. С другой стороны, НС не могут выполнять задачи, отличные от той, для которой они были обучены. Для выполнения любой другой задачи их необходимо переобучить. НС всегда генерируют результат, даже если входные данные необоснованны.

Выбор подходящего типа нейронной сети зависит от поставленной задачи, типа и объема данных. Существует множество классификаций сетей, но многослойный персептрон (задача прогнозирования потребления энергии) и сети Кохонена (задача построения профиля электропотребителя) являются лучшими решениями типичных задач рынка электроэнергии [3].

Компьютерные модели нейронных сетей очень перспективны в оптимизации различных задач энергетического рынка, в таблице приведен перечень нейросетевых технологий и решаемых задач.

Задачи электроэнергетического сектора, решаемые нейросетевыми методами

Нейросетевая технология	Задачи
Многослойный персептрон	Прогнозирование режимных параметров и различных характеристик (величины электрической нагрузки, потоков и потерь электроэнергии, метеоданных и т.д.).
Сеть Кохонена	Задачи классификации (состояний электрической системы, аварийных ситуаций и т.д.); диагностирование электрооборудования; выявление недостоверностей и компенсация критических измерений ЭЭС; анализ потерь электрической энергии.
Рекуррентные сети (сеть Хопфилда, рекуррентный персептрон, сеть Хэминга)	Оценивание состояния ЭЭС; идентификация параметров при задаче распознавания зашумлённой информации; моделирование динамических процессов электрических машин в режиме «online».

Нейросетевая технология	Задачи
Сеть Вольтерри	Идентификации нелинейных объектов (электродвигателей, генераторов и т.д.); прогнозирование переменных во времени нестационарных сигналов; устранение интерференционных шумов в исходной информации.

В современной электроэнергетике можно выделить ряд практических направлений применения нейронных сетей и искусственного интеллекта:

- 1) обработка нечёткой информации для создания нечётких систем управления;
- 2) нейросетевая обработка информации при создании самообучающихся нейросетевых систем управления;
- 3) методы эволюционного моделирования для настройки и поиска функций принадлежности в нечётких системах управления;
- 4) многоагентные системы для создания распределительных интеллектуальных управляющих систем.

Нейросетевые технологии сегодня – это будущее всей технической индустрии, однако имеется ряд ограничений в их применении сегодня. Одним из наиболее существенных технологических препятствий является время, необходимое для обучения сетей, которые часто требуют приемлемого уровня вычислительной мощности даже для сложных задач.

Второй фактор, который необходимо учитывать, заключается в том, что нейронные сети – это компьютерные системы, в которых пользователь классифицирует обученные данные и получает ответы. У них есть возможность тонкой настройки ответов, но у них нет доступа к конкретному процессу принятия решений.

Применение искусственного интеллекта, то есть компьютерных программ в сфере электроэнергетики, сегодня широко развивается. Рассмотренные возможности нейросетевых технологий в энергетическом секторе позволят оптимизировать и усовершенствовать большой объем производственных задач. Основными задачами нейронных методов в электроэнергетике представляются – прогнозирование потребления и построение клиентского профиля потребителя – эти задачи решаются классическими нейросетевыми технологиями: многослойным персептроном и сетями Кохонена.

Список литературы

1. Симонов Н., Ивнев Н. Опыт и перспективы применения искусственных нейронных сетей в электроэнергетике // Электроэнергия. Передача и распределение. 2019. № S4 (15). С. 42-48.
2. Мясников Е.Ю. Перспективы применения нейронных сетей в решении задач электроэнергетики // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности. 2020. С. 54-60.
3. Болховитина С.В. Искусственные нейронные сети - новые возможности для электроэнергетики / С. В. Болховитина, С. И. Шапкина // Искусственный интеллект и цифровая экономика: взгляд студенчества. 2020. С. 26-28.
4. Синюков А.В., Синюкова Т.В., Грачева Е.И., Kolcun M. Нейросетевые технологии в системах управления механизмами перемещения грузов. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022;24(2):108-118.
5. Афолина, Н.К., Роженцова Н.В. Применение нейросетевых технологий в электроэнергетических системах / XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика : Материалы конференции. В 3-х томах, Казань, 07–08 декабря 2021 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 269-271.

электроэнергии объектами угледобывающей компании	144
<i>Роженцова Н.В., Савина Н.К.</i> Особенности формирования выборки данных необходимых для обучения и тестирования алгоритмов прогнозирования электропотребления с помощью нейронных сетей	149
<i>Чаевцев Д.А., Роженцова Н.В.</i> Использование нейронных сетей для оценки энергопотребления нейроморфных процессоров	153
<i>Чистяков Д.С., Самолина О.В., Шаповалов С.В.</i> Исследование влияния осветительной нагрузки на появление высших гармоник в системе электроснабжения предприятий	157
<i>Шамсемухаметов И.И.</i> Энергосбережение на промышленном Предприятии	161
<i>Янов Т.А., Денисова А.Р.</i> Внедрение газопоршневых электростанций в состав автономных систем электроснабжения	164
<i>Яппаров Р.Р., Корнева П.А., Роженцова Н.В.</i> Возможности применения нейросетей в электроэнергетике	167

Секция 3. ЭНЕРГОСИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ

<i>Альзаккар Ахмад, Местников Н.П.</i> Влияние использования единицы измерения фазора на устойчивость напряжения в электроэнергетических системах	172
<i>Баширов А.А., Сандаков В.Д.</i> Обзор и анализ существующих способов автоматизации технологических процессов на вертикальных фермах	176
<i>Баширов М.Г., Хафизов А.М., Алехин А.В., Саитов А.Р.</i> Разработка учебно-исследовательского комплекса на основе интеллектуальных средств автоматизации компании «Альбатрос»	180
<i>Баширов М.Г., Чурагулов Д.Г., Волкова О.Г., Савченко Д. А., Хисамов Н.А.</i> Разработка программно-аппаратного комплекса для моделирования характерных повреждений насосных агрегатов с электрическим Приводом	183
<i>Быков Н.С., Самолина О.В., Шаповалов С.В.</i> Применение устройства БАР в системах электроснабжения с двигательной нагрузкой	187
<i>Вахнина В.В., Пудовинников Р.Н.</i> Тестовая модель силового трансформатора с учетом насыщения его магнитной системы	192
<i>Галиев С. Н.</i> Вопросы о соединении шаговых двигателей в единую систему	195
<i>Иванова В.Р., Семёнов Д.Г.</i> Автоматизация биогазовой установки в универсальной среде программирования CODESYSV3.5	198
<i>Казмирук Л.О., Сандаков В.Д.</i> Сравнительный анализ автоматизированных систем пожаротушения	202
<i>Мамаев Г.И., Шириев Р.Р.</i> О беспроводной зарядке автомобилей	205
<i>Минаев И.А.</i> Исследование сигналов переходного процесса	

Научное издание

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Казань, 12-13 октября 2022 года

Материалы конференции

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Авторская редакция

Корректор В.Р. Иванова / С.Н. Валеева
Компьютерная верстка С.Н. Валеева
Дизайн обложки Ю.Ф. Мухаметшина

Подписанов печать 18.09.2022г
Формат 60*84/16. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ
Усл.печ.л. 14,78 Уч.-изд.л. 9,53 Тираж 200 экз. Заказ №5263

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, Казань, Красносельская, д.51