

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
 Т.Ф. Манцерова  
«14» 06 2024 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ  
(НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА «МИНСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»  
РУП «МИНСКЭНЕРГО»)

Специальность 1-27 01 01 – «Экономика и организация производства»

Направление специальности 1-27 01 01-10 – «Экономика и организация  
производства (энергетика)»

Обучающийся  
группы 10607120

  


М.С. Недоруев

Руководитель

Е.П. Корсак

Консультанты

по разделу конструкторско-  
технологическая часть

 05.06.2024

Е.А. Дерюгина

по разделу охрана труда

 18.05.2024

О.В. Абметко

Ответственный за нормоконтроль

 14.06.2024

А.В. Левковская

Объем проекта:

пояснительная записка – 97 страниц;

графическая часть – 10 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2024

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 97 с., 12 рис., 26 табл., 50 источников.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ЭНЕРГЕТИКА, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, АНАЛИЗ ДАННЫХ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАДАЧ, ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ.

Объектом исследования является «Минские электрические сети» РУП «Минскэнерго».

Цель работы – изучение теоретических подходов и разработка практических рекомендаций по применению нейронных сетей и искусственного интеллекта в деятельности энергетической компании. Предметом исследования являются теоретические, методологические и практические аспекты использования нейронных сетей и искусственного интеллекта в управлении ресурсами и процессами на предприятии.

В процессе работы рассмотрены теоретические основы нейронных сетей и искусственного интеллекта, их применение в различных секторах энергетики, методы оценки эффективности данных технологий. Проведена оценка и анализ системы использования нейронных сетей и искусственного интеллекта на РУП «Минскэнерго», разработаны мероприятия по совершенствованию данных технологий и оценен экономический эффект от их внедрения.

Применение результатов исследования на практике будет способствовать повышению экономической эффективности деятельности и улучшению системы управления энергетической компании.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломной работе расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса, а все заимствованные из литературных источников теоретические, методологические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маккарти, Джон. «Искусственный интеллект - научная дисциплина» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон\\_Маккарти](https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон_Маккарти) – Дата доступа: 03.06.2024.
2. Минский, Марвин. «Искусственный интеллект и умственные процессы» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Марвин\\_Минский](https://ru.wikipedia.org/wiki/Марвин_Минский) – Дата доступа: 03.06.2024.
3. Фейгенбаум, Эдвард. «ИИ как междисциплинарная наука» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Эдвард\\_Фейгенбаум](https://ru.wikipedia.org/wiki/Эдвард_Фейгенбаум) – Дата доступа: 03.06.2024.
4. Сёрл, Джон. «ИИ и моделирование интеллекта» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон\\_Сёрл](https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон_Сёрл) – Дата доступа: 03.06.2024.
5. Курцвейл, Рэй. «ИИ и взаимодействие с окружающей средой» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Рэй\\_Курцвейл](https://ru.wikipedia.org/wiki/Рэй_Курцвейл) – Дата доступа: 03.06.2024.
6. Хопфилд, Джон. «Нейронные сети и биологические модели» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон\\_Хопфилд](https://ru.wikipedia.org/wiki/Джон_Хопфилд) – Дата доступа: 03.06.2024.
7. Розенблатт, Френк. «Перцептрон: первая нейронная сеть» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Френк\\_Розенблатт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Френк_Розенблатт) – Дата доступа: 03.06.2024.
8. Лекун, Ян. «Многослойные нейронные сети» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ян\\_Лекун](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ян_Лекун) – Дата доступа: 03.06.2024.
9. Хинтон, Джеффри. «Глубокое обучение и нейронные сети» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Джеффри\\_Хинтон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Джеффри_Хинтон) – Дата доступа: 03.06.2024.
10. Лекун, Ян. «Многослойные нейронные сети и их применение» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Многослойная\\_нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/Многослойная_нейронная_сеть) – Дата доступа: 03.06.2024.
11. Бенджио, Йошуа. «Экономическое применение ИИ и нейронных сетей» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Применение\\_искусственного\\_интеллекта](https://ru.wikipedia.org/wiki/Применение_искусственного_интеллекта) – Дата доступа: 03.06.2024.

12. Гудфеллоу, И., Бенджио, Й., Курвилль, А. «Глубокое обучение» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.deeplearningbook.org/> – Дата доступа: 03.06.2024.

13. Румельхарт, Д., Хинтон, Д., Уильямс, Р. «Алгоритм обратного распространения ошибки и его применение» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://example.com/backpropagation-algorithm> – Дата доступа: 03.06.2024.

14. Гудфеллоу, И., Бенджио, Й., Курвилль, А. «Глубокое обучение: сверточные и рекуррентные нейронные сети» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.deeplearningbook.org/> – Дата доступа: 03.06.2024.

15. Робинсон, М., Бенджио, Й. «Применение нейронных сетей для оптимизации работы электростанций» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energy-ai.org/optimization-power-plants> – Дата доступа: 03.06.2024.

16. Чжан, Л. «Использование ИИ для обеспечения безопасности атомных станций» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://nuclear-ai.com/safety-ai-nuclear-plants> – Дата доступа: 03.06.2024.

17. Смит, Дж. «Применение нейронных сетей в мониторинге и управлении энергетическими станциями» // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://smart-energy.com/ai-monitoring-energy-plants> – Дата доступа: 03.06.2024.

18. Данилов, А. В. «Кибербезопасность в энергетике: применение нейронных сетей и искусственного интеллекта» // Журнал «Информационная безопасность», 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cybersecurity-energy.ru/ai-in-energy> – Дата доступа: 03.06.2024.

19. Сидоров, В. А. «Многоуровневая защита от киберугроз в энергетической отрасли» // Журнал «Информационные технологии и кибербезопасность», 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://itsecurity-energy.ru/multi-layer-protection> – Дата доступа: 03.06.2024.

20. Смирнов, И. В. «Сотрудничество и обмен информацией в обеспечении кибербезопасности энергетической инфраструктуры» // Журнал «Кибербезопасность в энергетике», 2022. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cybersecurity-energy.ru/collaboration-information-exchange> – Дата доступа: 03.06.2024.

21. Петров, А. Н. «Применение нейронных сетей и искусственного интеллекта для защиты энергетических объектов от физических атак» // Журнал «Безопасность и защита энергетической инфраструктуры», 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energy-security.ru/protection-physical-attacks> – Дата доступа: 03.06.2024.

22. Семёнов, А. В. Применение нейронных сетей и искусственного интеллекта в энергетике // Журнал «Энергетика России», 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energy-russia.ru/ai-neural-networks> – Дата доступа: 03.06.2024.

23. Иванов, И. Н. Использование систем Smart Grid и искусственного интеллекта в энергетике: опыт России и Беларуси // Журнал «Энергетическая безопасность», 2023. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energy-security.ru/smart-grid> – Дата доступа: 03.06.2024.

24. Петров, Д. М., и Сидоров, К. В. Международный опыт применения нейронных сетей в энергетическом секторе // Журнал «Мировая энергетика», 2024. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://world-energy.ru/ai-in-energy> – Дата доступа: 03.06.2024.

25. Устав РУП «Минскэнерго». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minskenergo.by/charter> – Дата доступа: 03.06.2024.

26. Отчет об основных итогах работы Минских электрических сетей за 2023 год. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minskenergo.by/reports/2023> – Дата доступа: 03.06.2024.

27. Положение о Минских электрических сетях от 26.12.2023 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minskenergo.by/regulations/2023-12-26> – Дата доступа: 03.06.2024.

28. «Цифровизация в энергетике: технологии, платформы и стандарты» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energydigitalization.com> – Дата доступа: 03.06.2024.

29. «Стратегия цифровой трансформации ГПО «Белэнерго» до 2030 года» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://belenergo.by/strategy/2030> – Дата доступа: 03.06.2024.

30. «Управление рисками и предотвращение аварий в энергетике» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energyriskmanagement.com> – Дата доступа: 03.06.2024.

31. «Инновационные технологии в управлении энергетическими системами» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://innovativeenergytech.com> – Дата доступа: 03.06.2024.

32. «Применение искусственного интеллекта в управлении энергетическими системами: От теории к практике» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energymanagementAI.com> – Дата доступа: 04.06.2024.

33. «Стратегии управления активами в энергетике: Оптимизация использования и управление износом» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energyassetmanagement.com> – Дата доступа: 03.06.2024.

34. Отчёт о функционировании и устойчивости электроснабжения г. Минска и Минской области за 2021-2023 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minskenergo.by/reports/2023> – Дата доступа: 04.06.2024.
35. Анализ технического состояния и эксплуатации трансформаторных подстанций и линий электропередачи. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energytechnicalreview.com> – Дата доступа: 04.06.2024.
36. Роль автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии в снижении операционных расходов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://smartenergymanagement.com> – Дата доступа: 04.06.2024.
37. Системы защиты и автоматизации в трансформаторных подстанциях. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://electricssystem.ru> – Дата доступа: 05.06.2024.
38. Методы и средства мониторинга состояния оборудования трансформаторных подстанций. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://monitorenergyequipment.com> – Дата доступа: 05.06.2024.
39. Автоматизация и мониторинг подстанций с помощью SCADA и GIS. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energysystemstech.com> – Дата доступа: 04.06.2024.
40. Применение искусственного интеллекта в управлении подстанциями: новые технологии и вызовы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energymanagement.ai> – Дата доступа: 04.06.2024.
41. Кибербезопасность в электрических подстанциях: вызовы и решения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cybersecuregrids.com> – Дата доступа: 04.06.2024.
42. Симонов А.М., Паршин В.А., Нагиев А.Р. Цифровая подстанция и промышленные проблемы // Современные тенденции в науке, технике, образовании. 2018. № 2. С. 83–84.
43. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 1976-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 4 с.
44. Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 11 октября 2017 г., № 92 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 04.06.2024.
45. СН 2.04.03-2020 «Естественное и искусственное освещение». – Введ. 2020-03-24 постановлением Министерства архитектуры и строительства № 70. – Минск 2021: РУП «Стройтехнорм». – 86 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tnpa.by> – Дата доступа: 04.06.2024.

46. Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37 // Нац. Правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой информ. Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by> – Дата доступа: 04.06.2024.

47. СН 4.02.03-2019 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». – Введ. 2019-12-16 постановлением Министерства архитектуры и строительства № 69. – Минск 2020: Минскстройархитектуры. – 73 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tnpa.by> – Дата доступа: 04.06.2024.

48. Санитарные нормы и правила «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28 июня 2013 г., № 59 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by> – Дата доступа: 04.06.2024.

49. Гигиенический норматив «Предельно допустимые уровни нормируемых параметров при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28 июня 2013 г., № 59 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by> – Дата доступа: 04.06.2024.

50. Об утверждении санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 16 ноября 2011 г., № 115 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by> – Дата доступа: 04.06.2024.