**Слайд 1:** Добрый день, меня зовут Макамбаев Талгат, студент группы ЭНМ-281003. Темой моей дипломной работы является ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В МИКРОСЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ ВИЭ.

**Слайд 2:** Целью дипломного проекта является исследование технологий машинного обучения для систем управления энергоснабжением микросетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников энергии с целью оптимизации и повышения энергетической эффективности микроэнергосистем.

**Слайд 3:** Задачи исследования, следующие:

1. Анализ состояния микросетей в энергетике в настоящее время;

2. Рассмотрение и анализ существующих алгоритмов для прогнозирования генерации распределенных возобновляемых источников энергии и нагрузки потребителей;

3. Исследование потенциала машинного обучения в системах управления микросетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников энергии.

**Слайд 4:** Энергетическая стратегия России на период до 2030 года разработана Министерством энергетики Российской Федерации.

В соответствии с этим докладом, на данный момент энергетика находится на этапе перехода к инновационному развитию и формированию инфраструктуры новой экономики.

Основными направлениями совершенствования энергетики являются:

* Запуск новых механизмов поддержки возобновляемых источников энергии;
* Практическое создание системы лицензирования энергосбытовой деятельности;
* Совершенствование систем перспективного развития и прогнозирования.

**Слайд 5:** Последние несколько лет принимались законопроекты, направленные на развитие энергетики, несколько законопроектов прямо направлены на развитие микрогенерации и поддержку возобновляемых источников энергии.

**Слайд 6:** Энерджинет – Систематизация комплекса проектов и мероприятий, предложенных участниками рабочей группы EnergyNet и экспертами.

Фокус проектов Энерджинет лежит на развитии распределительных сетей, интеллектуальной распределенной энергетике и потребительских сервисов.

В соответствии с планами Энерджинет, к 2035 объем выручки российских компаний на глобальном рынке разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики не менее 40 млрд. долларов в год.

**Слайд 7:** Традиционная структура электроэнергетических систем, заложенная еще в прошлом веке, уже исчерпывает свой потенциал в условиях новой экономики и прогрессивного развития информационных технологий. Ежегодный рост потребления электроэнергии ( как показано на графике) и увеличивающиеся, из года в год, выбросы углекислого газа требуют изменений в централизованной архитектуре энергетики.

Горизонт развития энергетики значительно изменился в последние десятилетия. Текущие тренды развития можно заключить в три основные направления:

• Декарбонизация;

• Децентрализация;

• Цифровизация.

Каждое из этих направлений подразумевает уменьшение использования традиционных источников энергии, увеличение доли генерации ВИЭ и повышение эффективности энергосистем.

**Слайд 8:** Современное развитие энергетики идеально накладываются на технологический прогресс в сфере ВИЭ и хранения энергии. Зеленые тарифы, гранты на развитие технологий и спонсирование пилотных проектов микросетей. На слайде представлена динамика затрат регионов мира на развитие микросетей и потенциальные затраты в будущем.

**Слайд 9:** Пилотные проекты микросетей существуют на всех континентах. На данный момент, в связи со статусом развивающейся технологии, микросети создаются в виде пилотных проектов.

В Европе, одним из проектов по развитию микросетей является PEGASUS (Promoting Effective Generation and Sustainable USes of electricity). Он включает в себя 7 пилотных проектов, расположенных в различных частях европейского континента: Кипр, Франция, Мальта, Словения, Италия, Греция, Хорватия

Китай в быстром темпе запустил множество проектов на основе микросетей. Микросети имеют мощность от нескольких киловатт, до тысяч киловатт, как изолированные от центральной энергосети, так и присоединенные к ней.

**Слайд 10:** Одним из определений микросеть (Microgrid) является — «Группа взаимосвязанных нагрузок и распределенных энергоресурсов, в четко определенных границах энергосистемы, которая ведет себя как управляемое звено энергосистемц. Микросеть имеет возможность работать как часть центральной энергосистемы, так и независимо в «островном» режиме

Из-за значительной зависимости ВИЭ от погодных условий и времени суток, во многих случаях также используют дизельные генераторы и накопители энергии. Часто используется несколько различных источников энергии, что позволяет увеличить надежность энергоснабжения.

Микросети являются ключевой частью Smart Grid, они необходимы для улучшения энергоэффективности и надежности.

Схема системы управления микросетью изображена в правой части слайда.

В основе управления микросети лежит система управления распределительными сетями — система принятия решения и контроля над потоками энергии в энергосистеме. В систему управления распределительными сетями входит система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Вспомогательные системы управления распределительными сетями включают в себя систему управления отключениями (OMS) и геоинформационную систему (GIS).

**Слайд 11:**

Обычно, системы управления микросетью разделены на аппаратную и программную части. Аппаратная часть (расположена в верхней части слайда) представляет собой все управляющее оборудование, а также управляющие и измерительные цепи. Программная часть (расположена в нижней части слайда) представляет собой программное обеспечение, которое управляет аппаратным уровнем и обрабатывает поступающую информацию для принятия решений. Как показано на слайде, система SCADA является промежуточным звеном между управляющим контроллером и информационными системами, с которыми может взаимодействовать пользователь.

**Слайд 12: Машинное обучение - это** класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач.

Многие методы индуктивного обучения разрабатывались как альтернатива классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации и интеллектуальным анализом данных.

Классические задачи, решаемые с помощью машинного обучения:

Классификация, Прогнозирование, Кластеризация и пр.

Практические применения машинного обучения в энергетике:

Прогнозирование энергопотребления, Оптимизация энергопотребления, Определение мест повреждения электрических сетей, Статистика и мониторинг, Исследование материалов для солнечных батарей с учетом их свойств и пр.

**Слайд 13:**

Эффективная работа микросети зависит от алгоритма, на основе которого принимаются те или иные решения. Более простые алгоритмы полагаются на текущее состояние системы и принимают решения, которые эффективны на данный момент. Пример такого алгоритма представлен в правой части слайда.

Главным преимуществом управления без машинного обучения – это дешевизна разработки и скромные требования к оборудованию. Но при этом, все действия алгоритма являются реакцией на текущие события.

Управление энергоснабжением с использованием машинного обучения позволяет системе заранее планировать свою работу и совершать проактивные действия. Это в свою очередь, требует большого количества данных для обучения моделей и достаточно мощное оборудование для расчетов.

**Слайд 14:**

Основная функция, которую будет выполнять машинное обучение — это прогнозирование генерации ВИЭ и нагрузки потребителей.

Для этого, необходим более сложный алгоритм, позволяющий задействовать нейронные сети в процессе управления микросетью.

Общая концепция подхода — это цикл, высчитывающий оптимальное распределение энергии, в зависимости от входящих переменных.

**Слайд 15:**

Прогнозирование в микросети необходимо для определения того, сколько энергии из контролируемых источников энергии, таких как дизельных генераторов, микротурбин или газовых турбин, будет необходимо использовать.

Было рассмотрено несколько алгоритмов для прогнозирования, наиболее подходящим из них оказался поддтип рекуррентных нейронных сетей LSTM.

**Слайд 16:**

Линейное программирование — это метод достижения лучшего решения (максимизация прибыли или минимизация затрат) математической модели, требования которой определены линейными уравнениями.

В простейшем виде задача линейного программирования состоит из нескольких необходимых условий (и дальше по рисунку на слайде)

Линейное программирование является идеальным решением проблемы на текущем шаге, так как оно позволяет получить самое оптимальное решение задачи с минимальными расчетными затратами используя заранее спрогнозированные величины.

**Слайд 17:**

Решением линейной задачи являются значения переменных. Количество энергии от фотоэлектрических панелей и ветроэнергетических установок, которое будет потрачено на удовлетворение нагрузки потребителей. Если количество энергии ФЭП и ВЭУ будет недостаточно для покрытия потребления, то будет использоваться запасенная энергия или энергия из центральной энергосети. В случае, если потребность полностью покрыта собственной генерацией, остатки энергии будут потрачены на зарядку аккумуляторов.

На графике отчетливо видно, что система постоянно находится в динамическом балансе, полностью использует потенциал ВИЭ, но в тех случаях, когда это невозможно, разряжает аккумуляторы или докупает электроэнергию из сети.

**Слайд 18:**  По слайду