

# УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Пилотное внедрение комплексного  
решения

# Решение EnCM

## Наше предложение

Индепендент Энерджи создал решение EnCM – Energy Consumption Management, которое позволит вам сразу существенно снизить расходы за электроэнергию и тепло, повысить срок службы оборудования.

EnCM - это синтез простых технических решений и Искусственного интеллекта.

Наше предложение - Мы устанавливаем наше оборудование, подключаем его к нашему программному обеспечению, вы начинаете экономить деньги. Что нужно от вас - допуск нас на ваш объект.

Ключевые объекты применения

Рестораны

Фитнес-клубы

Магазины

Складские комплексы

A3C

Бизнес-центры

Супермаркеты

Промышленные предприятия

Ледовые арены

*Основные требования к объекту:*

- Наличие проектной документации электрооборудования, однолинейных схем и проектов вентиляции и кондиционирования;*
- Необходима возможность замерять и управлять энергопотреблением и климатом на периметре объекта – например, договор аренды с встроенными расчетами за климат не соответствуют этому требованию;*
- Желательно наличие замкнутого физического периметра помещения, ограниченного стенами и окнами фасадов – например, фудкорт и открытые рестораны в торговых центрах не соответствуют этому требованию, но, как показывает практика, всегда есть исключения.*

# Управление энергопотреблением

## Экономика нашего предложения

EnCM – Мы предлагаем решение, основанное на Искусственном интеллекте и машинном обучении, которое будет постоянно экономить ваши ресурсы. Мы не продаем оборудование, датчики и сенсоры, управление музыкой в доме – мы не продаем «Умный дом».

На первом этапе после проведения первичного анализа потребления и проектирования монтируем систему мониторинга и начинаем собирать данные для подтверждения и адаптации решений по снижению потребления.

В течение 8 -12 недель мы предоставим отчет по объекту с выявленными оптимизационными инициативами, которые согласуем с вами и реализуем на объекте.

На втором этапе по согласованию с вами мы включаем автоматическое управление и доказываем фактическую экономию. Только после подтверждения реальной экономии мы будем взимать плату за наши услуги из средств экономии.

Таким образом, первые обязательства по оплате возникают только тогда, когда счет за электроэнергию фактически снижается. Условия и размер оплаты обсуждается индивидуально по результатам фазы № 1.

В случае, если мы не сможем договориться по коммерческим условиям фазы № 2, мы просто снимем наше оборудование без ущерба для клиента.

# Технология EnCM

## Описание подхода

### Мониторинг энергопотребления в реальном времени

- ▶ Сбор и хранение данных об энергопотреблении, климатических параметрах и активности объекта на ежесекундной основе;
- ▶ Распознавание типовых профилей электропотребления на базе методов машинного обучения.

### Анализ получаемых данных

- ▶ Автоматическое определение аномального и нетипового поведения оборудования;
- ▶ Поиск наиболее перспективных вариантов оптимизации (на базе данных, накопленных на предыдущих объектах);
- ▶ Построение предиктивной модели для предсказания динамики потребления в течение суток/недели/сезона.

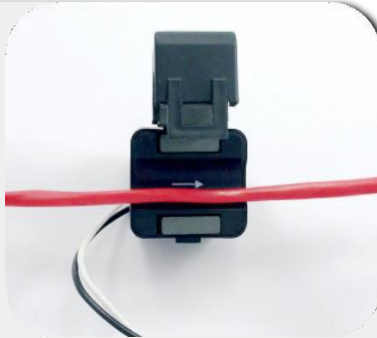
### Построение двухуровневой системы автоматического управления нагрузкой

- ▶ Внутренний контур управления базируется на PID-регуляторе, обеспечивает приемлемый уровень управления и сохраняет работоспособность при отсутствии интернет-соединения;
- ▶ Внешний контур управления базируется на Deep reinforcement learning и настраивает параметры внутреннего контура управления для обеспечения максимальной эффективности работы оборудования.

# Оборудование для мониторинга

## Базовое

Для замеров показаний тока используются неинвазивные сенсоры — трансформаторы тока.



Коммутируемые через счетчики, контроллеры передающие информацию в облачное хранилище.



В качестве основного протокола передачи данных используется Modbus — широко применяемый в промышленности для организации связи между электронными устройствами.



Комбинированный датчик окружающей среды для измерения:

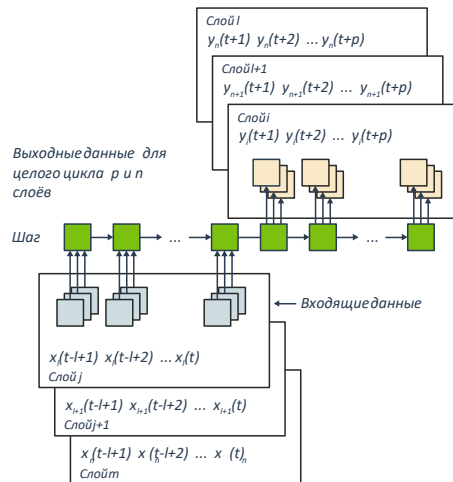
- температуры окружающей среды,
- влажности,
- освещенности,
- уровня шума,
- концентрации CO<sub>2</sub>,
- концентрации VOC,
- движения.



# Моделирование Просто о сложном

Наши предиктивные модели построены на базе рекуррентных нейронных сетей и векторных моделей машинного обучения. Они выявляют взаимозависимости между сотнями переменных, определяющими состояние объекта и предсказывают его будущие состояния с высокой точностью.

## Нейронные сети



В основе действующих моделей предсказания параметров климата внутри помещения используется многослойная архитектура LSTM MISO.

1. Набор входных сигналов:  $(x_i(t-l), x_i(t-l+1) \dots x_i(t))$ ;
2. LSTM слой ( $N = 200$ , функция активации=ReLU);
3. Повторный слой ( $N=1$ );
4. LSTM слой ( $N = 200$ , функция активации=ReLU);
5. Слой TimeDistributed ( $N = 200$ , функция активации=ReLU);
6. Полносвязный слой ( $N = 1$ , функция активации=линейная);
7. Выходной слой:  $(y_i(t+1), y_i(t+2) \dots y_i(t+n))$ .

В качестве метрики оценки качества используются:

• Средняя абсолютная процентная ошибка

• Среднеквадратичная ошибка

$$MAPE = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - \hat{y}_k)^2}$$

# Точность моделирования

## Постоянное развитие и обучение

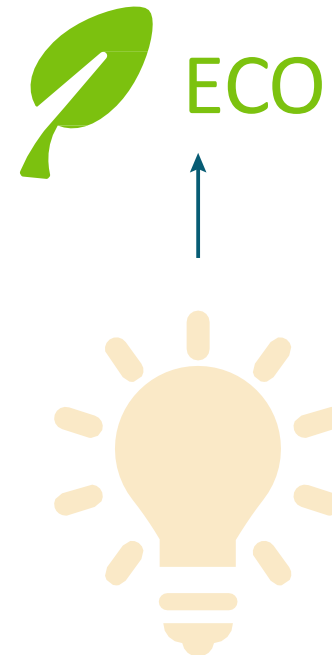
Реализованные в настоящее время модели климата и освещенности показывают эффективность предсказания на уровне 90-95%, причем мы постоянно добавляем новые объекты и расширяем библиотеку решений.

На основании всех данных наши модели могут предсказать состояние объекта на несколько циклов вперед в динамике его изменения и определить, как на него могут повлиять различные факторы, а также подсказать, требуется ли какое-то воздействие, чтобы приблизить его к оптимальному состоянию.

Активное воздействие организовано на основе протокола правил, которыми регулируется степень «автономности» использования действий искусственного интеллекта на конкретном объекте и отдельном оборудовании. Естественно, персонал объекта согласует эти правила и всегда имеет приоритет над действиями автоматической системы EnCM.

В зависимости от ситуации и правил воздействия система может:

- дать прямую управляющую команду на механизмы управления;
- изменить правила в локальном контроллере на объекте;
- откорректировать параметры для внутреннего независимого механизма управления на контроллере (например, PID пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора).

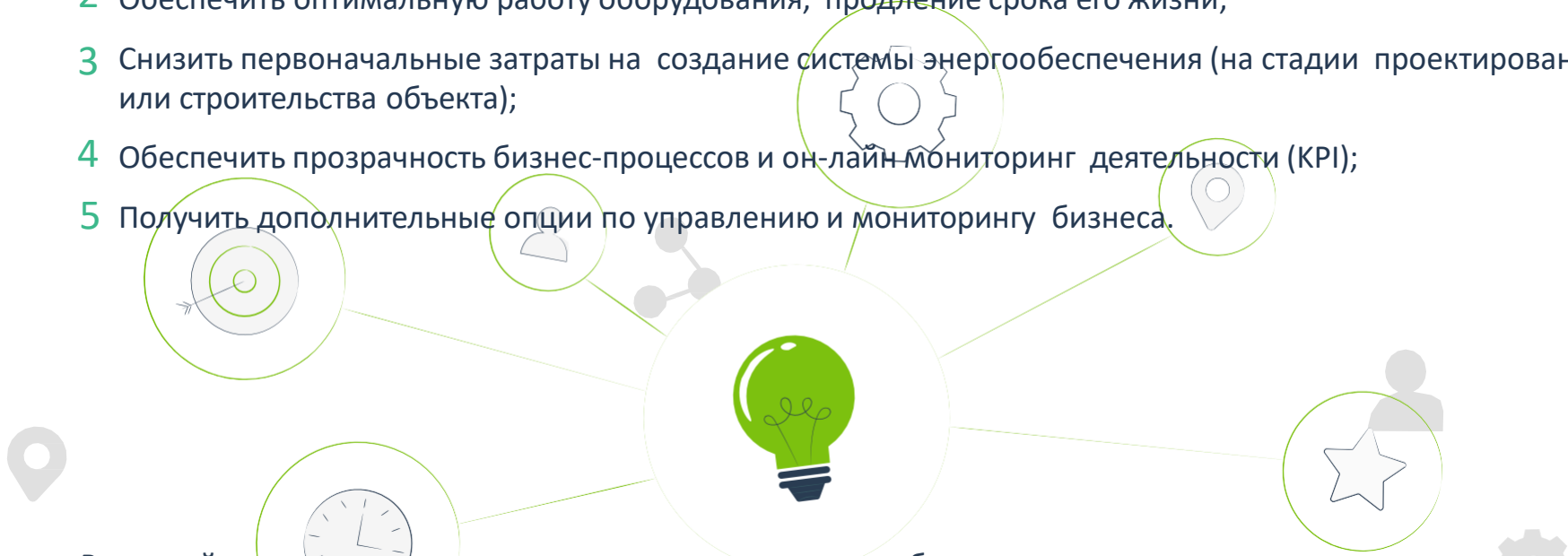


# Результаты для наших клиентов

## Постоянное развитие и обучение

В результате внедрения наши клиенты получают комплексное решение, позволяющее им:

- 1 Значительно снизить затраты на электроэнергию (в среднем до 15-25% на объекте, а на некотором оборудовании свыше 50%);
- 2 Обеспечить оптимальную работу оборудования, продление срока его жизни;
- 3 Снизить первоначальные затраты на создание системы энергообеспечения (на стадии проектирования или строительства объекта);
- 4 Обеспечить прозрачность бизнес-процессов и он-лайн мониторинг деятельности (KPI);
- 5 Получить дополнительные опции по управлению и мониторингу бизнеса.



В данный момент мы применяем эти решения в местах общественного питания, складах, магазинах. Работаем над проектами АЗС, школ, офисных помещений и ожидаем их реализацию в ближайшее время. По мере добавления объектов существенно повышается эффективность работы нашей системы, причем, как для новых, так и для реализованных ранее проектов.





# Наши контакты

Пр-т Вернадского дом 6.

Бизнес центр «Капитолий» офис 630

Тел.: +7(495)1395748

E-mail: [info@iefund.ru](mailto:info@iefund.ru)