

## Методы повышения точности прогнозов энергопотребления

1 день. Азы прогнозирования и анализа, подготовка данных

ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДИКИ, АЛГОРИТМЫ	КЕЙСЫ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные принципы построения прогноза энергопотребления: технология «Пять шагов»</li> <li>• Классификация методов, которые можно использовать для построения прогнозов энергопотребления</li> <li>• Три способа систематизации факторов, влияющих на энергопотребление:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ диаграмма Исикавы</li> <li>○ таблица факторных влияний</li> <li>○ причинно-следственная диаграмма</li> </ul> </li> <li>• Подготовка исходных данных. Работа с пропущенными данными</li> <li>• Анализ динамики энергопотребления:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ определение грубых выбросов</li> <li>○ чистка данных</li> <li>○ выявление сезонности</li> </ul> </li> <li>• Различия в анализе часовых, суточных и месячных данных</li> <li>• Основные статистические показатели и графики, используемые при прогнозировании:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ среднее значение, медиана, стандартное отклонение, стандартная ошибка, размах</li> <li>○ гистограмма, диаграмма последовательности, диаграмма рассеяния</li> </ul> </li> <li>• Доверительный интервал прогноза</li> <li>• Точность модели и точность прогнозов</li> <li>• Показатели точности прогнозной модели и прогнозов: MAPE, MAD и другие</li> <li>• Подходы к выбору адекватного показателя оценки точности модели и прогноза</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Пример.</b> Строим диаграмму Исикавы с целью классификации факторов, влияющих на электропотребление, и заполняем таблицу факторных влияний.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Изучаем динамику потребления электроэнергии. Учимся анализировать колебания в потреблении и формировать правильные ожидания.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Проводим графический анализ динамики потребления. Самостоятельно учимся определять наличие, сезонности, структурных сдвигов и выбросов.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

2 день. Прогнозирование энергопотребления без учета дополнительной информации о факторах

<b>ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДИКИ, АЛГОРИТМЫ</b>	<b>КЕЙСЫ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прогнозирование на основе метода сезонной декомпозиции:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ требования к периодичности данных</li> <li>○ пошаговый алгоритм прогнозирования в Excel</li> <li>○ влияние выбросов и структурных сдвигов на точность прогнозов</li> <li>○ плюсы и минусы подхода</li> </ul> </li> <li>• Правила оценки качества прогнозной модели. Анализ остатков</li> <li>• Правила графического анализа остатков модели:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ график автокорреляции</li> <li>○ гистограмма</li> <li>○ диаграмма рассеяния</li> </ul> </li> <li>• Прогнозирование на основе метода экспоненциального сглаживания:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ идея метода, четыре параметра сглаживания</li> <li>○ пошаговый алгоритм в Excel</li> <li>○ влияние горизонта прогноза на точность прогнозов</li> <li>○ влияние выбросов и структурных сдвигов на точность прогнозов</li> <li>○ плюсы и минусы подхода</li> </ul> </li> <li>• Особенности прогнозирования на основе экспоненциального сглаживания для суточных и часовых данных</li> <li>• Критерии выбора между экспоненциальным сглаживанием и сезонной декомпозицией</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Проводим сезонную декомпозицию потребления электроэнергии и строим прогноз на несколько месяцев. Оцениваем качество построенной модели.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Строим прогноз на несколько месяцев с помощью экспоненциального сглаживания. Оцениваем качество модели и прогноза.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> На основе истории энергопотребления строим прогноз на 3 месяца двумя способами (на основе сезонной декомпозиции и методом экспоненциального сглаживания). Оцениваем качество моделей и выбираем наиболее адекватный подход.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> На основе экспоненциального сглаживания прогнозируем электропотребление на 2 дня вперед по часам.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

3 день. Прогнозирование энергопотребления с учетом дополнительной информации о факторах

<b>ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДИКИ, АЛГОРИТМЫ</b>	<b>КЕЙСЫ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Многофакторный регрессионный анализ: идея и требования к исходным данным</li> <li>• Пошаговый алгоритм прогнозирования на</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Изучаем влияние макроэкономических факторов на потребление электроэнергии для</li> </ul>

<p>основе регрессионного анализа в Excel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Диагностика и решение проблемы взаимозависимых факторов (мультиколлинеарность)</li> <li>• Правила оценки качества модели:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ анализ остатков</li> <li>○ ANOVA</li> <li>○ R-квадрат и скорректированный R-квадрат</li> </ul> </li> <li>• План действий при «плохих» остатках модели</li> <li>• Интерпретация коэффициентов регрессионного уравнения:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ как влияют факторы на энергопотребление</li> <li>○ ранжирование факторов по силе влияния</li> </ul> </li> <li>• Особенности прогнозирования при недостатке информации о факторах. Техника фиктивных (dummy) переменных</li> <li>• Учет в регрессии сезонности разного типа</li> <li>• Разработка сценариев потребления на основе регрессионного анализа</li> <li>• Пессимистический и оптимистический прогноз: варианты построения</li> <li>• Плюсы и минусы прогнозирования на основе регрессионного анализа</li> <li>• Правила перехода от регрессии к авторегрессии</li> <li>• Авторегрессионные модели для прогнозирования: идея и реализация</li> <li>• Плюсы и минусы прогнозирования на основе авторегрессионного анализа</li> </ul>	<p>прогнозирования по месяцам.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Анализируем влияние погодных условий (температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, скорости ветра, осадков и т.п.) на потребление.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Учитываем график включения / отключения оборудования на предприятии, длины светового дня и температуры воздуха на электропотребление этого предприятия. Делаем прогноз на 2 суток вперед.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Прогнозируем потребление с использованием фиктивных переменных.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Проводим сравнительный анализ прогнозов потребления на основе регрессии и авторегрессии.</li> <li>• <b>Пример в Excel.</b> Строим прогноз энергопотребления группы потребителей всеми изученными способами и выбираем наиболее адекватный подход (самостоятельно).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

#### 4 день. Пути повышения точности прогнозов

ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДИКИ, АЛГОРИТМЫ	КЕЙСЫ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способы учета нелинейного влияния факторов на энергопотребление</li> <li>• Анализ влияния выходных и праздничных дней на энергопотребление</li> <li>• Учет запаздывающего влияния факторов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Примеры в Excel.</b> Разбираем типичные ситуации нелинейного влияния температуры воздуха на энергопотребление и учимся учитывать их при прогнозировании.</li> </ul>

<p>при прогнозировании</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Особенности и ограничения при прогнозировании часового потребления</li><li>• Два способа расчета часовых индексов</li><li>• Правила проведения ручной корректировки прогнозов</li><li>• Классификация потенциальных причин ошибки прогноза</li><li>• Структура ошибки прогноза</li><li>• Пути улучшения модели в случае неудовлетворительных прогнозов. Методика анализа ошибок прогноза за период</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Пример в Excel.</b> Выясняем, влияет ли «вчерашний» объем производства промышленного предприятия на «сегодняшнее» энергопотребление. Учимся интерпретировать выявленные задержки во влиянии.</li><li>• <b>Пример в Excel.</b> Учитываем влияние выходных и праздничных дней при прогнозировании.</li><li>• <b>Примеры в Excel.</b> Отрабатываем методику анализа ошибок прогноза за период с целью улучшения построенной модели.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>•</li></ul>	

*С уважением,  
Команда Novo BI  
customer@4analytics.ru  
[www.4analytics.ru](http://www.4analytics.ru)  
[www.novoforecast.com](http://www.novoforecast.com)  
[www.4promotion.ru](http://www.4promotion.ru)*