

М.А. ФАТИН, студент гр. ЭПм-241 (КузГТУ)
Научный руководитель И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)
г. Кемерово

МЕТОД СЛУЧАЙНОГО ЛЕСА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

В современном мире остро растет спрос на электрическую энергию и генерируемые мощности станций. Такая тенденция обусловлена постоянным ростом числа и мощности новых бытовых электроприемников. В следствии этого со стороны генерирующих компаний встает вопрос о более рациональном использовании энергоносителей и эксплуатации генерирующего оборудования. Помимо электроэнергии, выдаваемой потребителям, генерирующие предприятия распределяют часть электрической энергии на собственные нужды, и чем выше число передаваемых мощностей – тем выше затраты станции на собственные нужды.

На примере угольных станций легче всего рассмотреть масштабы этого потребления, поскольку на таких предприятиях масса технологических электроприемников, напрямую влияющих на технологический процесс и без работы которых его протекание просто – невозможно. На ТЭЦ это: топливные тракты, оборудование котлоагрегатов, вспомогательное оборудование турбин и генераторов. сети освещения и водоснабжения.

В настоящее время тенденция по повышению экологичности и снижению вредных выбросов набирает обороты, учитывая это основной задачей, которую необходимо решить генерирующим предприятиям – снижение затрат на собственные нужды и максимально эффективная работа генерирующего оборудования [2].

Прогнозирование потребления электроэнергии собственных нужд станций хоть и является молодой отраслью доказало, что правильное прогнозирование позволяет снизить технологические и ресурсные затраты генерирующих предприятий. Основная работа в этой сфере заключается в подборе алгоритмов для составления прогнозов, применяются как простые аналитические модели для выявления линейных зависимостей, так и более сложные учитывающие не только фактическое потребление станции на основе данных о работающем оборудовании, но и других показателях, влияющих на технологический процесс [4].

Одним из таких методов является метод случайного леса, это ансамблевый метод, основанный на формировании множества слабых моделей с последующим превращением их в одну сильную. Фактически мы создаем

множество слабых моделей и с учетом их ошибок и неточностей составляем модель без этих недостатков. При таком подходе существенно возрастает точность прогнозов, поскольку массив данных анализируется повторно и каждый раз с учетом уже полученных величин [1].

Математически этот подход основан на модели регрессии, где каждое полученное значение участвует в получении итогового результата (1):

$$\hat{y} = \frac{(y_1 + y_2 \dots + y_m)}{N} \quad (1)$$

где \hat{y} – итоговый прогноз; y_1, y_2, \dots, y_m – результат каждого прогноза; N – количество прогнозов.

Реализация такого метода не требует большого вычислительного и временного ресурса, поскольку сам метод основан на множественной регрессии с последующим ее усреднением, для получения более точного результата. Сама регрессия математически имеет следующий вид (2):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2)$$

где Y – зависимая переменная; X_1, X_2, \dots, X_k – независимые переменные; β_0 – коэффициент сдвига; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ – коэффициенты наклона; ε – ошибка;

На основе данного математического аппарата уже возможно составить простейший прогноз потребления энергии, основываясь на исторических данных за предыдущие периоды потребления станцией электрической энергии. Алгоритм для составления прогноза будет иметь следующий вид (рисунок 1).

Данная блок схема кратко описывает все необходимые процессы для составления прогноза, для достоверности после составления массива обучающих данных необходимо проверить его на наличие пустот, поскольку при расчете их приравняет к 0, что повлияет на точность и конечные результаты.

Для проверки работоспособности такой модели была составлена тестовая сборка данных (таблица 1), включавшая в себя данные по потреблению за предыдущее время.

Таблица 1

Пример обучающей выборки

Год-месяц	tg1	tg2	tg3	tg4	tg5	tg6	Факт потребления МВт
2024-01-01 00:00:00.000	1	1	1	0	0	1	41,425
2024-01-01 01:00:00.000	1	1	1	0	0	1	39,186
2024-12-31 02:00:00.000	0	1	1	0	1	1	38,777
2024-12-31 23:00:00.000	0	1	1	0	1	1	39,017



Рис. 1. Блок схема прогноза методом случайного леса

Помимо основного получения числа потребления. Необходимо также установить, насколько сильно влияет на потребление число работающих генераторов. такой подход позволит не только выявить прямую линейную зависимость, но и определить узлы потребляющие слишком большой объем энергии. Результаты нашего прогноза графически имеют следующий вид (рисунок 2).

Для более удобного анализа результаты прогноза сведены в таблицу ниже (таблица 2).

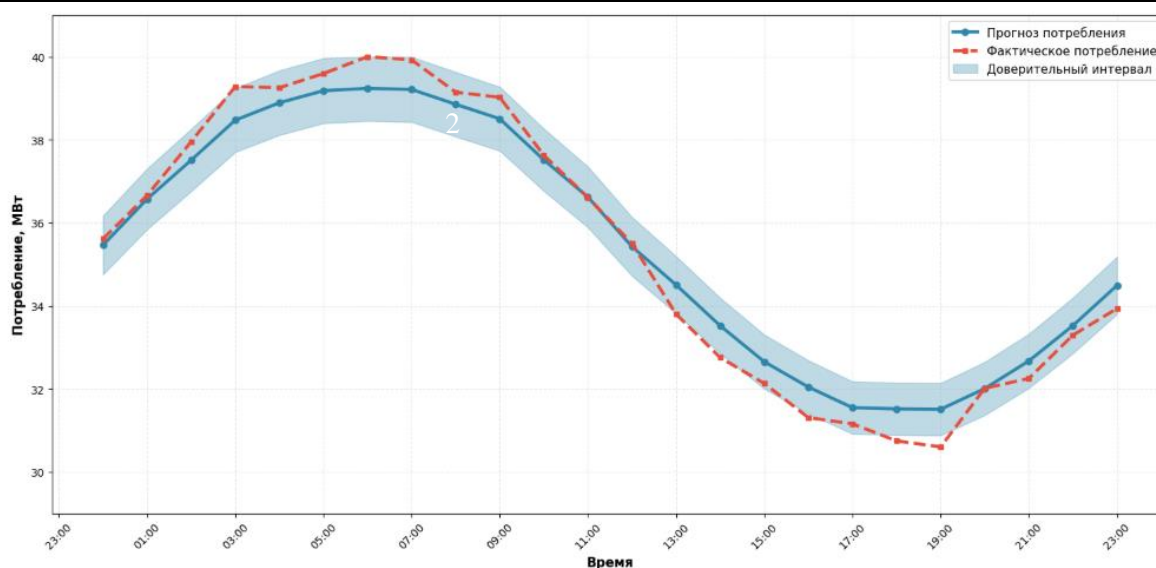


Рис. 2. Результаты прогноза методом случайного леса

Таблица 2

Сравнение результатов прогноза и фактического потребления

Год-месяц	tg1	tg2	tg3	tg4	tg5	tg6	Факт потребления МВт	Прогнозиру- емое потребление МВт
2025-01-01 00:00:00.000	0	1	1	1	0	1	35,61	35,46
2025-01-01 01:00:00.000	0	1	1	1	0	1	36,66	36,57
2025-01-01 02:00:00.000	0	1	1	1	0	1	37,95	37,51
2025-01-01 03:00:00.000	0	1	1	1	0	1	39,28	38,47
2025-01-01 04:00:00.000	0	1	1	1	0	1	39,25	38,89
2025-01-01 05:00:00.000	0	1	1	1	0	1	39,59	39,18
2025-01-01 06:00:00.000	0	1	1	1	0	1	40,02	39,24
...
2025-01-01 20:00:00.000	0	1	1	1	0	1	32,01	32,01
2025-01-01 21:00:00.000	0	1	1	1	0	1	32,25	32,67
2025-01-01 22:00:00.000	0	1	1	1	0	1	33,29	33,52
2025-01-01 23:00:00.000	0	1	1	1	0	1	33,93	34,49

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о крайне высокой точности прогноза, однако такой метод прогнозирования относится к простейшим аналитическим, для проверки достоверности необходим – доверительный интервал, на каждом участке прогноза он выполняет функцию – контроля качества прогноза. Исходя из полученного результата можно сделать вывод о том, что такой метод подойдет для проведения первичного прогноза и может быть использован как один из инструментов для обучения более сложных моделей. Связано это с тем, что хоть прогноз и получается с высоким уровнем точности, доверительный интервал 2%, такой метод не даст возможности для более глубокого анализа и не сможет учесть ряд факторов, имеющих влияние на число потребляемой энергии [3].

Список литературы:

1. Катиев, С.Б., Курейчик, В.М. Алгоритм классификации, основанный на принципах случайного леса, для решения задачи прогнозирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-klassifikatsii-osnovannyy-na-printsipah-sluchaynogo-lesa-dlya-resheniya-zadachi-prognozirovaniya> (дата обращения: 17.10.2025).

2. Жилин, Б.В., Исаев, А.С., Андреев, Д.Е. Краткосрочное прогнозирование электропотребления сетевой компании [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkosrochnoe-prognozirovanie-elektropotrebleniya-setevoy-kompanii> (дата обращения: 17.10.2025).

3. Моргоева, А.Д. Моргоев, И.Д. Ключев, Р.В. Гаврина, О.А. Прогнозирование потребления электрической энергии промышленным предприятием с помощью методов машинного обучения» [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-potrebleniya-elektricheskoy-ener-gii-promyshlennym-predpriyatiem-s-pomoschyu-metodov-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 17.10.2025).

4. Моргоева, А.Д., Моргоев, И.Д., Ключев, Р.В., Гаврина, О.А. Прогнозирование потребления электрической энергии промышленным предприятием с помощью методов машинного обучения» Моргоева А.Д. Моргоев И.Д. Ключев Р.В. Гаврина О.А. [Электронный ресурс]: URL: <https://izvestiya.tpu.ru/archive/article/view/3527> (дата обращения: 17.10.2025).

Информация об авторах:

Фатин Михаил Андреевич, студент гр. ЭПм-241, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, fatin_m2020@mail.ru

Паскарь Иван Николаевич, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, pin.egpp@kuzstu.ru