

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ПЕРСПЕКТИВУ

*Поляков Иван Александрович, Ртищева Надежда Евгеньевна, Ртищев Кирилл Петрович, студенты, E-mail: [iampolyakov2000@yandex.ru](mailto:iampolyakov2000@yandex.ru), [N.E.Rtishcheva@yandex.ru](mailto:N.E.Rtishcheva@yandex.ru)*

*Научный руководитель Белов Сергей Иванович, к.т.н.*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева»*

***Аннотация:** В статье проведен анализ методов прогнозирования роста электрических нагрузок, с временным интервалом в 10 лет. Проведены расчеты методом регрессии и экстраполяции.*

***Ключевые слова:** нагрузки, прогнозирование потребления, с/х предприятие, модель прогноза*

**Цель** прогноза для потребителей электроэнергии - оценка мощности при оптимизации и оперативном управлении электропотреблением, планирование потребности в электроэнергии по планам и прогнозам выпуска продукции. Для этого необходимо спрогнозировать рост электрических нагрузок на с/х предприятии; произвести оценку методов прогнозирования и сравнить прогнозы. Прогнозирование потребления электроэнергии является очень важным аспектом в работе промышленных предприятий. Каждое из них должно определить для себя потребительную мощность, которой оно должно довольно строго придерживаться, т.к. отклонения грозят штрафами. Поэтому одной из актуальных тем на рынке электроэнергии на сегодняшний день является прогнозирование потребления энергии на определенный срок. В настоящее время существует приблизительно 150 методов прогнозирования, но на практике используются около 20-30 основных методов. [3] Классификация методов прогнозирования осуществляется по трем основным признакам: по степени формализации методов; по общему принципу действия; по способу получения прогнозной информации. В прогнозировании экстраполяция (экстраполирование) применяется при изучении временных рядов и представляет собой нахождение значений функции за пределами области ее определения с использованием информации о поведении данной функции в некоторых точках, принадлежащих области ее определения. [6] Регрессия – это статистический метод, который позволяет найти уравнение, наилучшим образом описывающее совокупность данных, заданных таблицей. [5] Прогнозирование роста электрических нагрузок в задачах развития необходимо выполнять для широкого диапазона сроков - от одного-двух лет до 20-30 лет и различных территориальных подразделений - от ОЭС до узлов сети и отдельных потребителей [4]

Прогноз электрических нагрузок проведем для отдельного потребителя (коровника) без учета влияния различных факторов. Решение поставленной задачи будет осуществлено с помощью MS Excel, с помощью функции линии тренда. Представим совокупность наблюдаемых данных среднегодовых нагрузок на сельскохозяйственном предприятии за прошедшие 10 лет в таблице 1.

**Таблица 1- Среднегодовые нагрузки**

| Год    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S, кВА | 41,3 | 42,4 | 43   | 43,8 | 44,4 | 44,9 | 45,7 | 46,8 | 48,3 | 50   |

Рассмотрим три вида линии тренда: Линейного, логарифмического и полином второй степени. Результаты выполнения и величины достоверности аппроксимации представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты в программе MS Excel**

| График        | величины достоверности аппроксимации   |
|---------------|--|
| <p>S, кВА</p> | <p><math>R^2=0,9722 &gt; 0,5</math>,<br/>В результате аппроксимации получаем линейное уравнение<br/><math>y=0,8776x-1724,64</math>; где x- год</p>                   |
| <p>S, кВА</p> | <p><math>R^2=0,9648 &gt; 0,5</math><br/>В результате аппроксимации получаем логарифмическое уравнение<br/><math>y=1769,5 \cdot \ln(x) - 13419</math>, где x- год</p> |
| <p>S, кВА</p> | <p><math>R^2=0,987 &gt; 0,5</math><br/>В результате аппроксимации получаем линейное уравнение<br/><math>y = 0,0519x^2 - 208,4231x + 209290</math>, где x- год</p>    |

Для дальнейшего построения модели прогноза оставим линию тренда полинома второй степени, так как имеет большую вероятность правильного прогноза. В результате прогнозирования на 5 лет по выбранной модели получаем данные (таблица 3).

**Таблица 3 – Прогноз тренда полинома второй степени**

|        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Год    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| S, кВА | 41,3 | 42,4 | 43   | 43,8 | 44,4 | 44,9 | 45,7 | 46,8 |

|        |      |      |       |       |       |       |       |
|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Год    | 2020 | 2021 | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| S, кВА | 48,3 | 50   | 50,81 | 52,32 | 53,94 | 55,66 | 57,48 |

При прогнозировании электрических нагрузок методом экстраполяции, нагрузку  $t$ -году находят по формуле полинома второй степени (параболе) [1]:

$$S = a + bt + c^2t \quad (1)$$

где  $a, b, c$  – коэффициенты, определяемые методом экстраполяции;  $t$ -год.

Для удобства вычислений годы обозначаются следующим образом:

**Таблица 4 – Обозначение годов в у.е.**

|                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Годы                 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Условные обозначения | -9   | -7   | -5   | -3   | -1   | 1    | 3    | 5    | 7    | 9    |

Коэффициенты  $c, a, b$  определяют по формулам:

$$c = \frac{n \sum S_t t^2 - \sum S_t \sum t^2}{n \sum t^4 - (\sum t^2)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum S_t}{n} - c \frac{\sum t^2}{n} \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum S_t t}{\sum t^2} \quad (4)$$

В условии  $n=10$  (2012 по 2021 г.), тогда выполнив вспомогательные вычисления по определению коэффициента полинома ( $\sum S = 450,6$ ;  $\sum t^2 = 330$ ;  $\sum S t = 144,8$ ;  $\sum S t^2 = 14979$ ) определяем коэффициенты полинома  $a, b, c$ :

$$a = 44,631; b = 0,439, c = 0,013;$$

Таким образом  $S = 44,631 + 0,439t + 0,013t^2$ .

Сравнение результатов расчетных нагрузок при различных методах прогнозирования приведено в таблице 5.

**Таблица 5- Показания нагрузок при различных методах прогнозирования**

| Год  | S <sub>прог.</sub> лин тренд., кВА | S <sub>прог.</sub> лог тренд., кВА | S <sub>прог.</sub> пол. тренд., кВА | S <sub>прог.</sub> полин расч., кВА |
|------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 2022 | 49,91                              | 50,16                              | 50,81                               | 51,03                               |
| 2023 | 50,78                              | 51,03                              | 52,32                               | 52,54                               |
| 2024 | 51,66                              | 51,90                              | 53,94                               | 54,14                               |
| 2025 | 52,54                              | 52,78                              | 55,66                               | 55,85                               |
| 2026 | 53,42                              | 53,65                              | 57,48                               | 57,67                               |

**Заключение.** Анализ методов прогнозирования роста электрических нагрузок показал, что результаты, полученные по методу регрессии и по методу экстраполяции имеют небольшую разницу. Оба метода прогнозирования можно использовать.

### Библиографический список

1. Лещинская, Т. Б. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства: учебник / Т. Б. Лещинская, И.В. Наумов. - М.: БИБКОМ-ТРАНСЛОГ, 2015. - 455 с.
2. Методы прогнозирования. Классификация методов прогнозирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [3. Методы прогнозирования \(studfile.net\)](https://studfile.net) - (Дата обращения 10.10.2022)
3. Прогнозирование. Регрессионный анализ, его реализация и прогнозирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://intuit.ru/studies/courses/3659/901/lecture/32718?ysclid=l92rqglwzz370632338> - (Дата обращения 10.10.2022)
4. Регрессионные методы прогнозирования графика нагрузки электрооборудования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru> - (Дата обращения 15.05.2022)
5. Сущность и методы экстраполяционного прогнозирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=827186> - (Дата обращения 10.10.2022)
6. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.
7. Агробιοтехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.