

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2024)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных
систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ZSHT7059>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.,

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*
Сағындық Ә. Б. *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцен;</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

МРНТИ 44.01.75

<https://doi.org/10.48081/IPWO8799>***И. А. Коломыцева, Е. С. Котов**

*Карагандинский технический университет имени А. Сагинова,
Республика Казахстан, г. Караганда*

**e-mail: kolomirina@mail.ru*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

В статье представлены результаты ввода в эксплуатацию автоматизированной системы управления насосной станцией центрального теплового пункта в жилом комплексе «Жануя-2», расположенном в городе Караганда.

Статья представляет собой исследование влияния различных факторов, таких как объем водопотребления, температура наружного воздуха, скорость ветра и атмосферное давление на электропотребление насосной станции. С использованием методов регрессионного анализа авторы стремятся выявить зависимости между указанными переменными. По итогам анализа построена адекватная модель. Результатом является готовое регрессионное уравнение, описывающее зависимость факторов и отклика проводимого анализа. Регрессионный анализ, примененный в данной работе, может служить образцом для анализа взаимосвязей в других подобных системах.

Возможность прогнозирования реального суточного электропотребления насосной станции, основанного на анализе данных, дает возможность более эффективно планировать техническое обслуживание, управлять пиковыми нагрузками на энергосистему и предупреждать о возможных изменениях в потреблении, связанных с сезонными или погодными факторами. Полученные результаты предоставляют важную информацию для специалистов, занимающихся проектированием и управлением

насосными станциями, и способствуют разработке эффективных стратегий управления энергопотреблением с учетом изменений внешних факторов.

Ключевые слова: технологический процесс, насосная станция, система управления, прогнозирование, регрессионный анализ, отклик, факторы, водопотребление.

Введение

Переход к автоматизированному управлению существующих технологических процессов обусловлен увеличением скорости их протекания, следовательно, и увеличением объема получаемой и перерабатываемой информации. К тому же большое влияние на процесс производства оказывает «человеческий фактор», имеющий множество проявлений. В результате, функции управления в большем объеме передаются автоматическим устройствам [1].

В последние годы представлено множество различных систем управления насосными станциями центральных тепловых пунктов (ЦТП), которые варьируются по типу, функциональности и степени автоматизации. Эти системы обычно направлены на повышение эффективности работы насосов, уменьшение потребления энергии и снижение износа оборудования.

Общие тенденции в области разработки систем управления насосными станциями сводятся к использованию современных технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, интернет вещей для управления станциями. С наблюдаемой тенденцией увеличения интереса к экологическим вопросам предприятия стремятся улучшить энергоэффективность насосных станций. Для этого ведется поиск способов оптимизации работы станций с целью снижения энергопотребления. Другим направлением является разработка систем мониторинга и диагностики, которые позволяют операторам следить за состоянием насосных станций, выявлять возможные сбои и предпринимать своевременные меры по их предотвращению.

Материалы и методы

Центральные тепловые пункты, работающие на большое количество потребителей, представляют собой многоагрегатные насосные станции.

Эффективность насосной станции определяется её способностью обеспечивать необходимое давление и пропускную способность воды в системе, используя минимальное количество электроэнергии [2].

Для повышения эффективности насосных станций вводятся в эксплуатацию автоматизированные системы управления.

На данный момент идет апробация системы управления насосной станцией центрального теплового пункта ЖК «Жануя–2» в г. Караганда. Данная система была создана с целью управления работой насосной станции и контроля технологических параметров.

Система управления трехуровневая [3]: уровень датчиков и исполнительных механизмов, уровень управления на базе промышленных контроллеров, уровень человеко–машинного интерфейса для управления процессом. Принцип управления такой системы описан в [4]. Трехуровневые системы могут быть легко адаптированы к различным условиям и изменениям в потребительском спросе, что делает их более гибкими в сравнении с более простыми системами управления.

В качестве средств автоматизации, выполняющих функции контроля, сигнализации, регистрации, автоматического регулирования и дистанционного управления разработан программно–технический комплекс (ПТК) на базе контроллера, включающий в себя автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора [5].

По данным исследователей, суммарное потребление электроэнергии насосными станциями в развитых странах составляет четвертую часть всей вырабатываемой энергии. Однако они имеют большой резерв в направлении энергосбережения.

Экономия электроэнергии является сопутствующим фактором при выполнении основной задачи – бесперебойного и устойчивого снабжения водой требуемых гидравлических параметров и требуемого качества [6]. Внедрение автоматизированных систем управления на основе частотно–регулируемого привода позволяет достичь до 30% экономии электроэнергии.

На основе анализа данных, полученных после ввода в эксплуатацию системы управления, можно спрогнозировать реальное суточное электропотребление насосной станции, что позволит эффективнее планировать техническое обслуживание оборудования, управлять

пиковыми нагрузками на энергосистему, предупреждая о возможных всплесках потребления, связанных с началом отопительного сезона или изменениями в погодных условиях.

Прогнозирование электропотребления насосных станций ЦТП является неотъемлемой частью современных решений в области теплоснабжения, направленных на повышение эффективности, экономии ресурсов и обеспечение надежной работы систем.

Регрессионные и авторегрессионные модели являются наиболее распространенными для прогнозирования различных процессов, простыми и прозрачными, по сравнению с нейросетевыми моделями. Также немаловажным достоинством этих моделей следует отметить единообразие анализа и проектирования.

Для прогнозирования электропотребления проведен регрессионный анализ с помощью ППП «STATISTICA».

Суть регрессионного анализа заключается в нахождении наиболее важных факторов, которые влияют на зависимую переменную [7]. Зависимой переменной принято электропотребление насосной станции. Влияющие факторы: температура воздуха, водопотребление, скорость ветра, влажность, давление. Все факторы являются количественными.

В общем виде уравнение регрессии имеет вид (1):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4, \quad (1)$$

где y – электропотребление насосной станции;

b_0 – свободный член уравнения регрессии;

x_1 – температура воздуха;

x_2 – объем водопотребления;

x_3 – скорость ветра;

x_4 – атмосферное давление;

b_1 – коэффициент при факторе «температура воздуха»;

b_2 – коэффициент при факторе «объем водопотребления»;

b_3 – коэффициент при факторе «скорость ветра»;

b_4 – коэффициент при факторе «атмосферное давление».

Следующим шагом необходимо провести поиск мультиколлинеарных факторов. Мультиколлинеарность представляет собой статистическое

явление, при котором независимые переменные в модели данных сильно коррелированы друг с другом. В случае множественной регрессии мультиколлинеарность может создавать проблемы, так как затрудняется идентификация отдельного влияния каждой переменной на зависимую переменную. Коэффициент корреляции должен быть больше 0,7 [8].

В таблице 1 представлена корреляционная матрица.

Таблица 1 – Корреляционная матрица факторов и отклика

Переменная	Температура воздуха, °С	Объем водопотребления, м ³ /сут	Скорость ветра, м/с	Атмосферное давление, гПа	Электропотребление насосной станции, кВт*ч
Температура воздуха, °С	1,000000	-0,523151	-0,027365	-0,569401	-0,556664
Объем водопотребления, м ³ /сут	-0,523151	1,000000	0,021902	0,349764	0,520999
Скорость ветра, м/с	-0,027365	0,021902	1,000000	-0,300938	0,140647
Атмосферное давление, гПа	-0,569401	0,349764	-0,300938	1,000000	0,315172
Электропотребление насосной станции, кВт*ч	-0,556664	0,520999	0,140647	0,315172	1,000000

По данным таблицы видно, что мультиколлинеарные факторы отсутствуют.

Следующим шагом построена таблица 2, отражающая итоги регрессии для зависимой переменной (электропотребление насосной станции) с указанием уровней значимости.

Решающим значением для дальнейшей работы является уровень значимости p -значение. Величина p -значения показывает вероятность получения наблюдаемых результатов при условии, что нулевая гипотеза верна, или вероятность ошибки в случае отклонения нулевой гипотезы [9]. Нулевая гипотеза представляет собой утверждение, которое проверяется при помощи статистического теста. Это обычно утверждение о том, что нет статистически значимого эффекта, различия или влияния в данных.

Уровень значимости влияния факторов должен быть меньше 0,05.

Таблица 2 – Уровни значимости факторов

Фактор	β	B	Уровень значимости p -значение
Свободный член		6100,934	0,676595
Температура воздуха, °C	– 0,368817	–45,889	0,000001
Объем водопотребления, м ³ /сут	0,312354	35,981	0,000002
Скорость ветра, м/с	0,134681	210,234	0,021958
Атмосферное давление, гПа	0,036448	7,796	0,608944

Согласно данным, приведенным в таблице 2, уровень значимости некоторых исследуемых факторов меньше 0,05. Для фактора «Атмосферное давление, гПа» значения больше 0,05. Из этого следует, что данный фактор необходимо исключить из дальнейшего анализа.

Итоговые значения уровней значимости факторов приведены в таблице 3.

Таблица 3–Уровни значимости факторов

Фактор	β	B	Уровень значимости р- значение
Свободный член		13579,44	0,000000
Температура воздуха, °C	– 0,388462	–48,33	0,000000
Объем водопотребления, м ³ /сут	0,315078	36,29	0,000001
Скорость ветра, м/с	0,123116	192,18	0,022874

Далее проведена проверка правильности работы модели, представляющая собой анализ остатков. Остатки в регрессионном анализе представляют собой разницу между фактическими значениями зависимой переменной и значениями, предсказанными моделью.

В основе линейной регрессии лежат следующие положения [10]:

- остатки нормально распределены;
- остатки не зависят от предсказанных по уравнению регрессии значений отклика.

Построены гистограмма распределения остатков (рисунок 2) и нормальный вероятностный график остатков (рисунок 3).

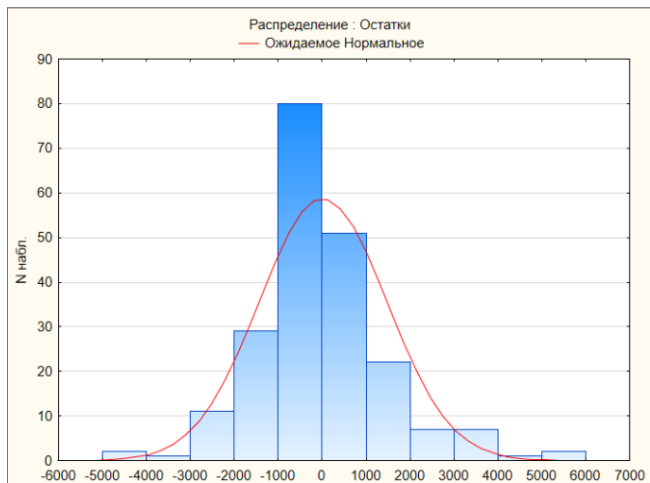


Рисунок 2 – Гистограмма распределения остатков

Гистограмма распределения остатков относительно симметрична. Единичный выброс в гистограмме распределения остатков указывает на наличие наблюдений, которые существенно отличаются от остальных данных в выборке. Это может также свидетельствовать о том, что модель не справляется с объяснением каких-то особых случаев в данных.

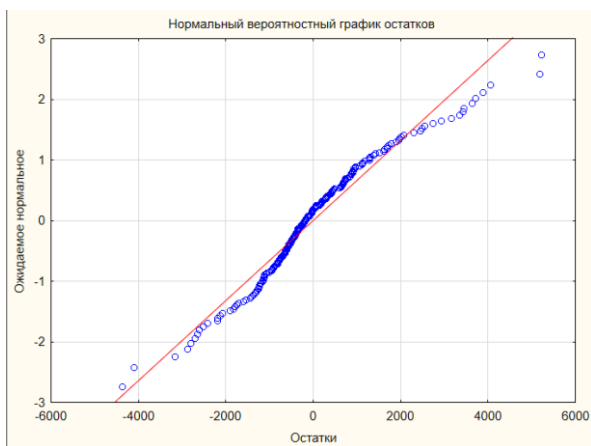


Рисунок 3 – Нормальный вероятностный график остатков

Согласно рисунку 3 фактические значения остатков не систематически отклоняются от теоретической нормальной прямой, соответственно гипотеза о нормальности распределения остатков не отклоняется.

Для подтверждения второго положения линейной регрессии построена диаграмма рассеяния. График предсказанных значений и остатков показан на рисунке 4.

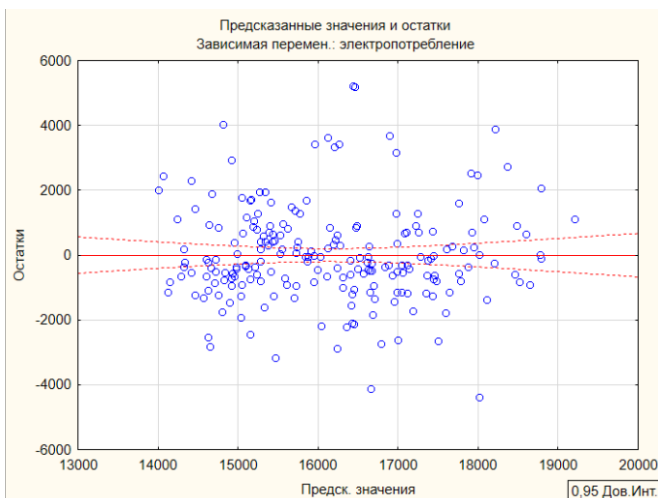


Рисунок 4 – Предсказанные значения и остатки

По данным диаграммы рассеяния видно, что точки расположены хаотично. Систематичности в расположении не наблюдается. Можно сделать вывод, что зависимость остатков от предсказанных по уравнению регрессии значений отклика отсутствует.

Далее проведен анализ коэффициента детерминации. Коэффициент детерминации (R -квадрат) измеряет долю дисперсии зависимой переменной, которая может быть объяснена предсказанными значениями модели. принимает значения от 0 до 1, где 0 означает, что модель не объясняет вариацию зависимой переменной, а 1 означает, что модель полностью объясняет вариацию.

Результаты и обсуждение

По итогам проведенного анализа коэффициент детерминации составляет 0,83, что говорит об адекватности построенной модели.

С учетом полученных данных, представленных в таблице 12, составлено уравнение регрессии (2) для прогнозирования суточного электропотребления насосной станции центрального теплового пункта.

$$y = 13579,44 - 48,33 \cdot x_1 + 36,29 \cdot x_2 + 192,18 \cdot x_3, \quad (2)$$

где y – электропотребление насосной станции;

b_0 – свободный член уравнения регрессии;

x_1 – температура воздуха;

x_2 – объем водопотребления;

x_3 – скорость ветра.

Полученное уравнение регрессии может быть интерпретировано следующим образом: при увеличении среднесуточной температуры наружного воздуха на один градус по шкале Цельсия электропотребление насосной станции уменьшается на 48,33 кВт*ч, при увеличении среднего суточного объема водопотребления на 1 м³/ч электропотребление увеличивается на 36,29 кВт*ч, при увеличении средней суточной скорости ветра на 1 м/с электропотребление увеличивается на 192,18 кВт*ч (особенно это видно в холодный период года).

Выводы

Влияние вышеобозначенных факторов на электропотребление насосной станции центрального теплового пункта доказано при помощи регрессионного анализа.

Полученная модель прогнозирования позволит точно определять будущее электропотребление станции при наличии известных данных об объеме водопотребления, температуре окружающего воздуха и скорости ветра. Научные исследования в области прогнозирования способствуют созданию более энергоэффективных и устойчивых систем управления, что в свою очередь может содействовать уменьшению воздействия на окружающую среду, снижению затрат на электроэнергию и обеспечению более надежной работы системы в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Зуев, К. И.** Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие / К. И. Зуев; Владим. гос. ун–т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд–во ВлГУ, 2016. – 224 с.

2 **Белов М. П., Кахоров Р. А., Новиков В. А., Прокопов А. А.** Развитие энергосберегающих электроприводных систем и способ повышение их эффективности в технологиях / М. П. Белов, Р. А. Кахоров, В. А. Новиков, А. А. Прокопов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2016. Вып. 5. С. 78–89

3 **Титаев, А. А.** Промышленные сети : учеб. пособие / А. А. Титаев ; Мин–во науки и высшего образования РФ.– Екатеринбург : Изд–во Урал. ун–та, 2020.— 124 с.

4 **Коломыцева, И. А., Котов, Е. С.** Разработка системы управления насосной станцией центрального теплового пункта ЖК «Жануя–2» / И. А. Коломыцева, Е. С. Котов // Труды Международной научно–практической конференции «XV Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства», 16–17 июня 2023 г. В 3–х частях. Часть 2 / Министерство науки и высшего образования РК, Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова. – Караганда: Изд–во КарТУ им. А.Сагинова, 2023.

5 **Коломыцева И. А., Котов Е.С.** Перспективы модернизации насосной станции центрального теплового пункта ЖК «Жануя–2» в г. Караганда / И. А. Коломыцева, Е. С.Котов // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XX Международной научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 20–22 марта 2023 г.) / Томский политехнический университет. – Томск : Изд–во Томского политехнического университета, 2023.

6 **Сотников, Д. В.** Повышение энергетической эффективности насосных станций // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки : науч.–теорет. и практ. журн. / ГОУ ВПО «Тамб. гос. ун–т им. Г. Р. Державина». – Тамбов, 2013. – ISSN 1810–0198. Т.18. №5. С. 2954–2956.

7 **Максимова Т. Г., Попова И.Н.** Эконометрика: учебно-методическое пособие / Т. Г. Максимова, И. Н. Попова. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 70 с.

8 **Каморников С. Ф., Каморников С. С.** Эконометрика : учебное пособие. – М. : Интеграция, 2014. – 262 с.

9 **Жаров А. Н.** Анализ данных: учебное пособие / Жаров А.Н., Миневичева И. Г. – Ярославль : ООО «ПКФ «СОЮЗ–ПРЕСС», 2020. – 148 с.

10 Основы линейной регрессии [Электронный ресурс]. URL: <http://statistica.ru> (Дата обращения 11.11.2023).

REFERENCES

1 **Zuev, K. I.** Avtomatizatsiya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya : ucheb. Posobie [Automation of water supply and wastewater systems : textbook] / K. I. Zuev; Vladim. gos. un–t im. A. G. i N. G. Stoletovykh. – Vladimir : Izd–vo VLGU, 2016. – 224 p.

2. **Belov M. P., Kakhorov R. A., Novikov V. A., Prokopov A. A.** Razvitie ehnergosberegayushchikh ehlektroprivodnykh sistem i sposob povysheniye ikh ehffektivnosti v tekhnologiyakh [Development of energy–saving electric drive systems and a method for increasing their efficiency in technologies] / M.P. Belov, R. A. Kakhorov, V. A. Novikov, A. A. Prokopov // Izv. SPBGEHTU «LEHTI». – 2016. – Вып. 5. P. 78–89

3 **Titaev, A. A.** Promyshlennye seti : ucheb. posobie [Industrial networks : textbook] / A. A. Titaev ; Min–vo nauki i vysshego obrazovaniya RF.– Ekaterinburg : Izd–vo Ural. Un–ta, 2020.– 124 p.

4 **Kolomytseva, I. A., Kotov, E. S.** Razrabotka sistemy upravleniya nasosnoi stantsiei tsentralnogo teplovogo punkta ZhK «Zhanuya–2» [Development of the pumping station control system of RC «Zhanuia–2» central heat point] / I. A. Kolomytseva, E. S.Kotov // Trudy Mezhdunarodnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii «XV Saginovskie chteniya. Integratsiya obrazovaniya, nauki i proizvodstva», 16–17 iyunya 2023 g. V 3–kh chastyakh. Chast' 2 / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya RK, Karagandinskii tekhnicheskii universitet imeni Abylkasa Saginova. – Karaganda : Izd–vo KaRTU im. A.Saginova, 2023.

5. **Kolomytseva, I. A., Kotov, E. S.** Perspektivy modernizatsii nasosnoi stantsii tsentralnogo teplovogo punkta ZHK «Zhanuya–2» v g.Karaganda [Prospects of modernization of pumping station of RC «Zhanuia–2» central heat point in Karaganda] / I. A. Kolomytseva, E. S. Kotov // Molodezh' i sovremennye informatsionnye tekhnologii : sbornik trudov XX Mezhdunarodnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (Tomsk, 20–22 marta 2023 g.) / Tomskii politekhnicheskii universitet. – Tomsk : Izd–vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2023.

6 **Sotnikov, D. V.** Povyshenie ehnergeticheskoi ehffektivnosti nasosnykh stantsii [Increasing energy efficiency of pumping stations] // Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser. Estestvennye i tekhnicheskie nauki : nauch.–teoret. i prakt. zhurn. / GOU VPO "Tamb. gos. un–t im. G. R. Derzhavina". – Tambov, 2013. – ISSN 1810–0198. T.18. №5. P. 2954–2956.

7 **Maksimova, T. G., Popova I.N.** Ehkonometrika : uchebno–metodicheskoe posobie [Econometrics] / T. G. Maksimova, I. N. Popova. – SPb. : Universitet ITMO, 2018. – 70 p.

8 **Kamornikov S. F., Kamornikov S. S.** Ehkonometrika : uchebnoe posobie. [Econometrics] – Moscow : Integratsiya, 2014. – 262 p.

9 **Zharov A. N.** Analiz dannykh: uchebnoe posobie [Data analysis] / Zharov A. N., Mineicheva I. G. – Yaroslavl' : OOO «PKF «SOYUZ–PRESS», 2020. – 148 p.

10 Osnovy lineinoi regressii [Ehlektronnyi resurs] [Linear regression framework] . URL: <http://statistica.ru> (Data obrashcheniya 11.11.2023).

Поступило в редакцию 11.01.24.

Поступило с исправлениями 12.01.24.

Принято в печать 02.06.24.

**И. А. Коломыцева, Е. С. Котов*

Абылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

11.01.24 ж. баспаға түсті.

12.01.24 ж. түзетулерімен түсті.

02.06.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СОРҒЫ СТАНЦИЯСЫНЫҢ ЭЛЕКТР ҚУАТЫН ТҰТЫНУДЫ БОЛЖАУ

Мақалада Қарағанды қаласында орналасқан «Жанұя–2» тұрғын үй кешеніндегі пайдалануға берілген орталық жылу пунктiнiң сорғы станциясымен басқарудың автоматтандырылған жүйесiнiң нәтижелерi келтiрiлген.

Мақала суды тұтыну көлемi, сыртқы температура, желдiң жылдамдығы және сорғы станциясының электр тұтынуына атмосфералық қысым сияқты әртүрлi факторлардың әсерiн зерттеу болып табылады. Регрессиялық талдау әдiстерiн қолдана отырып, авторлар көрсетiлген айнымалылар арасындағы тәуелдiлiктердi анықтауға тырысады. Талдау нәтижелерi бойынша сәйкестiрiлiнген моделi құрылды. Нәтижесi ретiнде жүргiзiлген талдаудың факторлары мен жауаптарының тәуелдiлiгiн сипаттайтын дайын регрессиялық теңдеу болып табылады. Осы жұмыста қолданылатын регрессиялық талдау басқа ұқсас жүйелердегi қатынастарды талдауға үлгi бола алады.

Деректердi талдауға негiзделген сорғы станциясының нақты тәуелiлiк электр қуатын тұтынуын болжау мүмкiндiгi техникалық қызмет көрсетудi тиiмдiрек жоспарлауға, электр желiсiнiң ең жоғары жүктемелерiн басқаруға және маусымдық немесе ауа райы факторларына байланысты тұтынудың ықтимал өзгерiстерi туралы ескертуге мүмкiндiк бередi. Нәтижелер сорғы станцияларын жобалаумен және басқарумен айналысатын мамандар үшін маңызды ақпарат бередi және сыртқы факторлардың өзгеруiн ескере отырып, энергияны басқарудың тиiмдi стратегияларын жасауға ықпал етедi.

Кiлттi сөздер: технологиялық процесс, сорғы станциясы, басқару жүйесi, болжау, регрессиялық талдау, жауап, факторлар, суды тұтыну.

*I. A. Kolomytseva, E. S. Kotov

Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Republic of Kazakhstan, Karaganda;

Received 11.01.24.

Received in revised form 12.01.24.

Accepted for publication 02.06.24.

PREDICTION OF PUMPING STATION POWER CONSUMPTION USING REGRESSION ANALYSIS

The article presents the results of implementing an automated control system for the pumping station of the central thermal point in the residential complex «Zhanyua–2» located in the city of Karaganda.

The study explores the impact of various factors, such as water consumption volume, outside air temperature, wind speed, and atmospheric pressure, on the power consumption of the pumping station. Utilizing regression analysis methods, the authors aim to identify dependencies among the specified variables. An adequate model is constructed based on the analysis results. The outcome is a completed regression equation describing the relationship between the analyzed factors and responses. The regression analysis applied in this work can serve as a model for analyzing relationships in other similar systems.

The ability to forecast the actual daily power consumption of the pumping station, based on data analysis, allows for more effective planning of technical maintenance, managing peak loads on the power grid, and predicting potential consumption changes related to seasonal or weather factors. The obtained results provide crucial information for professionals involved in the design and management of pumping stations, contributing to the development of efficient energy consumption management strategies considering external factor variations.

Keywords: technological process, pumping station, control system, prediction, regression analysis, response, factors, water consumption.

Теруге 03.06.2024 ж. жіберілді. Басуға 28.06.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректоры: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Тапсырыс №4248

Сдано в набор 03.06.2024 г. Подписано в печать 28.06.2024 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректорлар: А. Р. Омарова, М. М. Нугманова

Заказ № 4248

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz