

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

№ 1 (2021)

---

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/OGVZ5983>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

**Редакция алкасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*  
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

---

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

<https://doi.org/10.48081/TFDТ5813>

**\*А. С. Кауанов, Г. И. Паршина, А. В. Сичкаренко**

Карагандинский технический университет,  
Республика Казахстан, г. Караганда

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК НА БАЗЕ СТЕНДА-ИМИТАТОРА**

*Для исследования принципов работы насосной станции разработан стенд-имитатор с частотно-регулируемым управлением. В статье описана конструкция стенда, проведен выбор программной среды для разработки системы управления, а также рассмотрены принципы функционирования стенда. Ввиду того, что механические характеристики насосного оборудования в представлены производителями в графическом виде, цифровое представление такой зависимости затруднено. Проведено исследование методов преобразования графической зависимости в математическую с помощью интерполяции. Проведен анализ найденных методов на возможность программной реализации с сохранением необходимой точности. В исследовании обоснован выбор кусочно-линейного способа интерполяции напорно-расходной характеристики для автоматизации расчета рабочей точки насоса. Практическая значимость проведенного исследования заключается в применении его результатов для разработки программной среды для стенда-имитатора работы насосной станции на базе частотно-регулируемого привода.*

*Ключевые слова: насосная станция, учебный стенд, рабочая точка, механическая характеристика, напорно-расходная характеристика, интерполяция, формула Лагранжа, кусочно-линейная интерполяция.*

### **Введение**

Насосная станция является комплексным инженерным решением для автономной транспортировки жидкости из одной точки в другую. Насосная станция – это электрогидравлический комплекс сооружений и оборудования, задачей которой является преобразование электрической энергии в механическую энергию, и управления этим процессом. В насосных станциях, в отличии от обычных насосов, процесс водоснабжения

автоматизирован, насосная станция способна повышать давление в гидравлической системе для одновременного обеспечения водой различных объектов, а также создает запас воды в баке, которым можно пользоваться в случае отключения электроэнергии. На сегодняшний день насосная станция является универсальным оборудованием, нашедшим применение в, практически всех, сферах человеческой деятельности, включая бытовую и промышленную. Ввиду огромной сферы применения насосных станций, независимо от ее типа, она является актуальным объектом исследования и изучения для инженеров, ученых и студентов по всему миру [1, 2, 3].

Для повышения качества подготовки студентов технических специальностей, ведущие высшие учебные заведения мира используют практику внедрения в программу обучения принципов работы реальных технологических объектов. Для этого кафедры ВУЗов регулярно обновляют и пополняют свою материально-техническую базу, которая в дальнейшем используется студентами для углубленного изучения профильных дисциплин.

Учебное оборудование должно соответствовать современным мировым стандартам, и включать в себя набор элементов, которые можно изучать как по отдельности, так и в рамках единой системы. Данная технология обучения позволяет получить практические навыки работы с реальными объектами управления, что положительно сказывается на формирование профессиональных навыков технических специалистов. ВУЗы, способные предоставлять подобную материально-техническую базу с передовым оборудованием и современным программным обеспечением своим студентам по праву считаются лучшими в мире.

Для изучения процессов управления и регулирования работы насосными установками на кафедре АПП КарТУ был разработан стенд-имитатор работы насосной станции на базе частотно-регулируемого привода. Он предназначен для ознакомления и получения студентами устойчивых навыков по работе с асинхронным двигателем, частотным преобразователем, программируемым логическим контроллером, средствами программирования и визуализации, а также работой насосной станции.

Общий вид стенда представлен на рисунке 1. Управление процессом работы стенда осуществляется с помощью SCADA-системы с ПК. Связь SCADA с ПЛК154-220.А.М. осуществляется через интерфейс Ethernet. В соответствии с заданным режимом работы стенда программа формирует управляющее воздействие и передает его на частотные преобразователи. Частотные преобразователи регулируют скорость вращения асинхронного двигателя контролируется в соответствии с управляющим воздействием 0-10 В приходящего с аналогового выхода ПЛК154-220.А.М. В результате данных воздействий асинхронный двигатель АОЛ 011-2 начинает вращение,

жесткое соединение с тахогенератором СЛ-369 позволяет преобразовывать частоту вращения выходного вала в электрический сигнал, диапазоном 0–10 В. Этот сигнал приходит на аналоговый вход ПЛК154-220.А.М и осуществляет функцию обратной связи с исполнительным механизмом. Данные измерения также отображаются в SCADA-системе. ПЛК154-220.А.М и ПЧВ110-К18-А питаются от сети переменного тока 220В частотой 50 Гц. Питание преобразователей частоты осуществляется через сетевой дроссель РС0-004-А. Для выработки удобного сигнала обратной связи, напряжение на обмотках возбуждения тахогенераторов СЛ-369 принимаем 10 В. Электроизмерительный модуль МЭ110-224.1М снимает показания с сети питания и передает их по протоколу RS-485 на ПЛК154-220.А.М. МУ110-224.8Р – модуль дискретных выводов питается от блока питания БП15Б-Д2 с постоянным напряжением 24 В. Переключение режимов работы асинхронных двигателей осуществляется программно через электромагнитные реле.

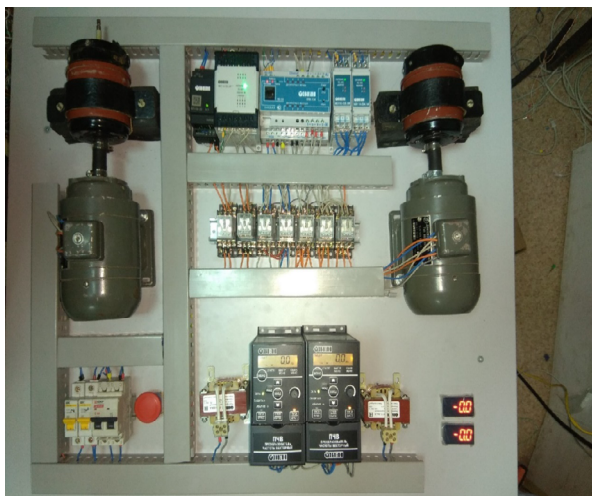


Рисунок 1 – Общий вид стенда

- 1 – тахогенератор СЛ-369, 2 – асинхронный двигатель АОЛ 011-2,
- 3 – кнопка аварийного выключения, 4 – автоматические выключатели,
- 5 – промышленный контроллер фирмы ОВЕН ПЛК154-220.А.М.,
- 6 – электромагнитное реле НН54Р фирмы RUICHI, 7 – частотный преобразователь ПЧВ110-К18-А, 8 – сетевой дроссель РС0-004-А,
- 9 – измеритель аналоговых сигналов ИТП-14.КР.Щ9.К

В настоящее время заводы изготовители насосного оборудования предоставляют механическую характеристику насосов только в графическом

виде. Для задания режима работы насосной станции специалист вынужден вручную определять рабочую точку при настройке системы. Автоматизация данного процесса позволит оператору ускорить процесс получения значений рабочей точки для различных параметров сети. Целью данного исследования является анализ существующих и выбор оптимального метода перевода напорно-расходной характеристики насосного оборудования в программно реализуемую математическую зависимость.

### Материалы и методы

Основной характеристикой насосной станции является рабочая точка. Рабочая точка – это точка пересечения гидравлической характеристики сети и напорно-расходной (механической характеристики) характеристикой насоса (рисунок 2).

Зависимость гидравлического сопротивления от расхода жидкости называется характеристикой сети. Гидравлическая сеть состоит из трубопроводов (всасывающих и нагнетающих), различных фильтров для жидкости, а также запорной и регулирующей арматуры. Каждый из этих элементов характеризуется своими гидравлическими параметрами, а их совокупность таких параметров образуют общую характеристику гидравлической сети. Общую формулу гидравлической сети можно представить в виде

$$f(Q_{\text{сети}}) = H_{\text{ст}} - \varepsilon \cdot Q^2, \quad (1)$$

где  $H_{\text{ст}}$  – это статический напор,  $\varepsilon$  – общий коэффициент гидравлических сопротивлений в сети,  $Q$  – расход жидкости в сети [4].

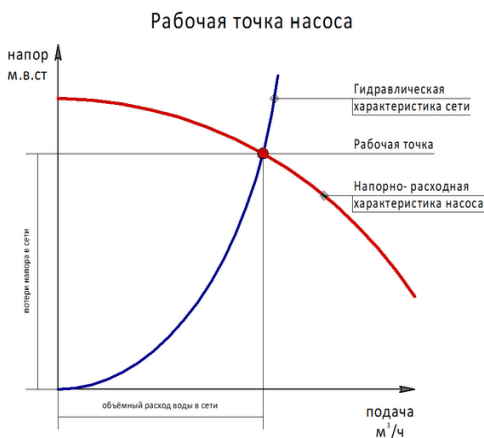


Рисунок 2 – Графический метод поиска рабочей точки

Математическое нахождение рабочей точки представлено в виде корней уравнения  $f(Q_{\text{насоса}}) - f(Q_{\text{сети}}) = 0$ . Для нахождения данных корней необходимо получить математическую функцию напорно-расходной характеристики  $H = f(Q_{\text{насоса}})$  по графику характеристики насоса. Это можно сделать с помощью метода интерполяции.

Один из самых распространенных методов интерполирования – поиск интерполяционного многочлена по формуле Лагранжа. Данная формула позволяет получить многочлен минимальной степени, принимающий определенные значения в выбранных точках [5]. Для  $n+1$  пар чисел  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ , существует единственный многочлен  $L(x)$  в степени  $\leq n$

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \cdot l_i(x), \quad (2)$$

где  $l_i(x)$  – базисные многочлены степени  $n$ :

$$l_i(x) = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{x-x_j}{x_i-x_j} = \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} \quad (3)$$

То есть многочлен Лагранжа можно записать в виде:

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \cdot \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{x-x_j}{x_i-x_j} \quad (4)$$

Многочлен  $l_i(x)$  удовлетворяет условию  $l_i(x_j) = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$ . Исходя из данных условий многочлен будет обращаться в ноль, при каждом  $x_j$  кроме  $x_i$ . Из этого следует, что  $x_0, x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n$  будут корнями этого многочлена [6].

Выбор данной формулы для интерполирования графических характеристик насоса не подходит, ввиду невозможности предсказания степени  $n$  полинома  $Q$  при выполнении расчета, что делает затруднительным программную реализацию расчета рабочей точки. К тому же, в зависимости  $H = f(Q_{\text{насоса}})$  при поиске корней уравнения  $f(Q_{\text{насоса}}) - f(Q_{\text{сети}}) = 0$ , при степени  $n > 3$  полинома  $Q$  количество корней увеличивается, причем добавляются комплексные корни, реализовать которые физически не является возможным.

Поэтому для решения данной задачи предлагается использовать кусочно-линейную интерполяцию, разбивая характеристику на большее количество отрезков. В данной работе будет использоваться не более 10 точек, но при повышении их количества будет расти точность. Пример кусочно-линейной интерполяции представлен на рисунке 3.

Кусочно-линейная интерполяция заключается в соединении прямыми отрезками точек, заданных каким-либо образом. То есть функция в данном случае представляется в виде ломанной, а в отрезках на заданном интервале, функция является приближенной к интерполируемой. Суть данного метода интерполяции заключается в получении приближенного значения функции в точке  $x$  с помощью подстановки известных точек в формулу (5). Таким образом для  $i$ -го интервала, функции на данных отрезках рассчитываются как прямые, проходящие через две точки [7]:

$$\frac{y-y_{i-1}}{y_i-y_{i-1}} = \frac{x-x_{i-1}}{x_i-x_{i-1}} \quad (5)$$

Отсюда

$$H = f(Q) = y = k_i x + b_i, \quad x_{i-1} \leq x \leq x_i \quad (6)$$

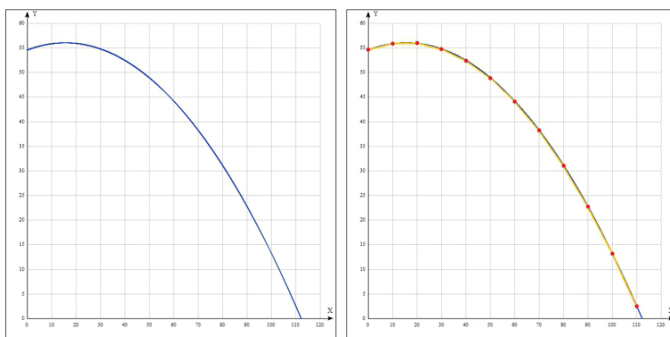


Рисунок 3 – Пример кусочно-линейной интерполяции кривой функции  $f(x)$

### Результаты и обсуждение

Для исследования значений погрешности был проведен сравнительный анализ значений многочлена

$$y(x) = -0,006x^2 + 0,188x + 54,513 \quad (7)$$

с значениями его интерполированной функции. Данный многочлен был использован для имитации напорно-расходной характеристики центробежного насоса, так как повторяет типовую для такого оборудования графическую зависимость. Для интерполяции будут использованы точки  $x_1=0$  и  $x_2=10$ , по формуле многочлена  $y_1=54,513$  и  $y_2=55,739$ , тогда линейной формулой прямой через эти точки будет



$$y(x) = \frac{1,3x+545}{10} \quad (8)$$

Результаты вычислений представлены в таблице 1. Из нее видно, что погрешность при использовании кусочно-линейной интерполяции минимальная и удовлетворяет техническим требованиям (рисунок 4).

Таблица 1 – Сравнительный анализ значений многочлена полученных с помощью формулы многочлена и интерполяционной формулы

x	Y при вычислении по формуле многочлена	Y при вычислении по интерполяционной формуле	Относительная погрешность вычислений
0	54.513	54.5	0,02 %
1	54.695	54.63	0,12 %
2	54.865	54.76	0,19 %
3	55.023	54.89	0,24 %
4	55.169	55.02	0,27 %
5	55.303	55.15	0,28 %
6	55.425	55.28	0,26 %
7	55.535	55.41	0,23 %
8	55.633	55.54	0,17 %
9	55.719	55.67	0,09 %
10	55.793	55.8	0,01 %

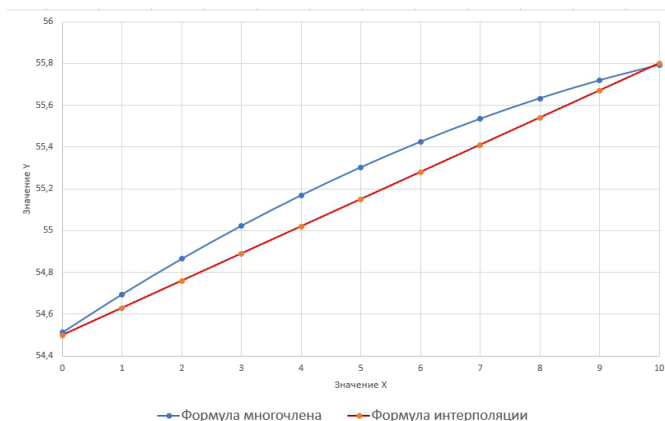


Рисунок 4 – Сравнительный график значений многочлена, полученных по формуле многочлена и по интерполированной формуле

Полученная зависимость будет использоваться следующим образом: при вводе оператором значений механической характеристики в программе будет осуществляться интерполяция функции по заданным точкам и в определенных промежутках  $H = f(Q_{\text{насоса}})$  будет детерминирована и представлена линейной зависимостью с полиномом первого порядка. Решение дифференциального уравнения второго порядка

$$f(Q_{\text{насоса}}) - f(Q_{\text{сети}}) = k_i x + b_i - H_{\text{ст}} - \varepsilon \cdot x^2, \quad (6)$$

$$\varepsilon \cdot x^2 - k_i x + (H_{\text{ст}} - b_i) = 0, \quad (7)$$

дает два корня, один из которых будет либо 0 либо отрицательным, а оставшийся корень будет является решением и искомой рабочей точкой насоса.

### **Выводы**

Автоматизация процесса расчета рабочей точки насоса на данный момент является проблемной задачей, ввиду того, что производители насосного оборудования представляют напорно-расходные зависимости в графическом виде. В результате исследования был выбран оптимальный метод перевода графической зависимости напорно-расходной характеристики насоса в математическую зависимость. Из множества способов интерполяции после аналитического исследования был выбран кусочно-линейный способ. Благодаря проведенному исследованию методика изучения и исследования работы насосных установок на базе стенда-имитатора позволит пользователю вводить характеристики нескольких насосов и сети, а рабочая точка всей системы будет рассчитываться автоматически из заданных параметров, что позволит системе управления вырабатывать управляющее воздействие для непрерывной работы технологического процесса.

### **Список использованных источников**

- 1 **Моргунов, К. П.** Насосы и насосные станции: учебное пособие. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 307 с.
- 2 **Васильев, В. М., Федоров, С. В., Кудрявцев, А. В.** Насосы и насосные станции: учебное пособие. – СПбГАСУ. – СПб., 2017. – Ч.1. – 131 с.
- 3 **Лезнов, Б. С.** Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М. : Машиностроение, 2013. – 176 с.
- 4 **Геварев, А. А.** Теория расчёта и эквивалентирования гидравлических сетей : [монография]; – Иваново: ГОУВПО «Ивановский гос. энергетический ун-т им. В. И. Ленина», 2010. – 180 с.

5 **Федоровский, К. Ю.** Аппроксимация полианалитическими многочленами – М. : ИПМ им. М. В. Келдыша, 2016. – 197 с.

6 **Шевалдин, В. Т.** Аппроксимация локальными сплайнами; – РАН, Уральское отделение, институт математики и механики. – Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2014. – 196 с.

7 **Левин, Ю. И., Шешукова, С. Е., Садовников, А. В.** Введение в численные методы решения физических задач. Часть 1. Теория интерполяции. – Учебно-методическое пособие. – Саратов: СГУ, 2015. – 39 с.

8 **Чебаевский, В. Ф., Вишнеvский, К. П., Накладов, Н. Н.** Проектирование насосных станций и испытание насосных установок. – М. : Колос, 2010. – 376 с., ил.

9 **Николаев, В. Г.** Энергосберегающие методы управления режимами работы насосных установок систем водоснабжения и водоотведения. – Автореф. док. техн. наук. – М., 2010. – 17с.

10 **Минаев, И. Г.** Программируемые логические контроллеры в автоматизированных системах управления. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 128 с.

## References

1 **Morgunov, K. P.** Nasosy' i nasosny'e stancii: uchebnoe posobie [Pumps and pumping stations: a tutorial]. – Ed. 3rd, erased. – St. Petersburg: Lan, 2019. – 307 p.

2 **Vasiliev, V. M., Fedorov, S. V., Kudryavtsev, A. V.** Nasosy' i nasosny'e stancii: uchebnoe posobie [Pumps and pumping stations: a tutorial]. – SPbGASU. – SPb., 2017. – Part I. – 131 p.

3 **Leznov, B. S.** Chastotno-reguliruemy'j e'lektroprivod nasosny'kh ustanovok [Frequency-controlled electric drive of pumping units]. – М. : Machinery, 2013. – 176 p.

4 **Gevarev, A. A.** Teoriya raschyota i e'kvivalentirovaniya gidravlicheskikh cetej [Theory of calculation and equivalent of hydraulic networks]: [monograph]; – Ivanovo: GOUVPO «Ivanovo State Power Engineering University named after V. I. Lenin», 2010. – 180 p.

5 **Fedorovsky, K. YU.** Approksimatciya polianaliticheskimi mnogochlenami [Approximation by polyanalytic polynomials], – Moscow: Institute of Applied Mathematics named after M. V. Keldysh, 2016. – 197 p.

6 **Shevaldin, V.T.** Approksimatciya lokalny'mi splainami [Local spline approximation]; – RAS, Ural Branch, Institute of Mathematics and Mechanics. – Ekaterinburg : UMTs UPI, 2014. – 196 p.

7 **Levin, YU. I., Sheshukova, S. E., Sadovnikov, A. V.** Vvedenie v chislenny'e metody' resheniya fizicheskikh zadach. Chast' 1. Teoriya interpolyacii

[Introduction to numerical methods for solving physical problems. Part 1. Theory of interpolation]. – Study guide. – Saratov : SSU, 2015. – 39 p.

8. **Chebaevsky, V. F, Vishnevsky, K. P, Nakladov, N. N.** Proektirovanie nasosny'kh stancii i ispy'tanie nasosny'kh ustanovok [Design of pumping stations and testing of pumping units]. – M. : Kolos, 2010. – 376 p., Ill.

9. **Nikolaev, V. G.** E'nergoberegayushhie metody' upravleniya rezhimami raboty' nasosny'kh ustanovok system vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Energy-saving methods of control of operating modes of pumping units of water supply and water disposal systems]. – Author's abstract. doc. tech. sciences. – M., 2010. – 17 p.

10. **Minaev, I. G.** Programmiruemy'e logicheskie kontrollery' v avtomatizirovanny'kh sistemakh upravleniya [Programmable logic controllers in automated control systems]. – 2nd ed., Rev. and add. – Stavropol: AGRUS, 2010. – 128 p.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

*A. C. Kauanov, G. I. Parshina, A. B. Sichkarenko*

### **Ұқсатқыш стенд негізінде сорғыш құрылғыларының жұмысын зерттеу әдісін дамыту**

Қарағанды техникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.  
Материал 19.03.21 баспаға түсті.

*S. Kauanov, G. I. Parshina, A. V. Sichkarenko*

### **Development of methodology for studying the operation of pumping units on the basis of a stand-simulator**

Karaganda Technical University,  
Republic of Kazakhstan, Karaganda.  
Material received on 19.03.21.

*Сорғы станциясының жұмыс істеу принциптерін зерттеу үшін жиілігі бақыланатын басқару стенд-имитатор жасалды. Мақалада стендтің дизайны, басқару жүйесін дамытуға арналған бағдарламалық ортаны таңдау сипатталған, сонымен қатар стендтің жұмыс істеу принциптері қарастырылған. Сорғы жабдықтарының механикалық сипаттамаларын өндірушілер графикалық түрде ұсынғандықтан, мұндай қатынастың сандық көрінісі қиына соғады. Интерполяция көмегімен графикалық тәуелділікті математикалық түрге айналдыру әдістерін зерттеу. Табылған әдістерді талдау қажетті дәлдікті сақтай отырып, бағдарламалық қамтамасыз етуді жүзеге асыру*

мүмкіндігі үшін жүргізіледі. Зерттеу сорғының жұмыс нүктесін есептеуді автоматтандыру үшін қысым-ағын сипаттамасын интерполяциялаудың сызықтық әдісін таңдауды негіздеді. Зерттеудің практикалық маңыздылығы оның нәтижелерін ауыспалы жиілік жетегі негізінде сорғы станциясының жұмысының симуляторы үшін бағдарламалық ортаны құру үшін қолдануда жатыр.

*Кілтті сөздер:* сорғы станциясы, оқыту стенді, сорғының жұмыс нүктесі, механикалық сипаттама, қысым ағынының сипаттама, интерполяция, Лагранж формуласы, кесек-сызықты интерполяция.

*To study the principles of operation of the pumping station, a simulator with frequency-controlled control has been developed. The article describes the design of the stand, the choice of the software environment for the development of the control system, and also considers the principles of the operation of the stand. Due to the fact that the mechanical characteristics of pumping equipment are presented by manufacturers in a graphical form, a digital representation of such a relationship is difficult. The study of methods for converting graphical dependence into mathematical one using interpolation is carried out. The analysis of the found methods is carried out for the possibility of software implementation while maintaining the required accuracy. The study substantiated the choice of a piecewise linear method of interpolation of the pressure-flow characteristic to automate the calculation of the operating point of the pump. The practical significance of the study lies in the application of its results for the development of a software environment for a simulator of the pumping station operation on the basis of a variable frequency drive.*

*Keywords:* pumping station, educational stand, pump operating point, mechanical characteristic, pressure-flow characteristic, interpolation, Lagrange formula, piecewise-linear interpolation.

Теруге 19.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды.  
Электрондық баспа  
17,4 Мб RAM  
Шартты баспа табағы 21,0. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева  
Корректор: А. Р. Омарова  
Тапсырыс № 3746

Сдано в набор 19.03.2021 г. Подписано в печать 29.03.2021 г.  
Электронное издание  
17,4 Мб RAM  
Усл. печ. л. 21,0. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева  
Корректор: А. Р. Омарова  
Заказ № 3746

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
8 (7182) 67-36-69  
E-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)  
[www.vestnik.tou.edu.kz](http://www.vestnik.tou.edu.kz)