

В настоящее время широкое распространение искусственных нейронных сетей позволяет использовать их в нескольких областях.

В первую очередь можно рассмотреть нейросети, главной функцией которых является осуществление машинного перевода.

По мнению экспертов, к лучшим нейросетям-переводчикам на данный момент можно отнести Google Translator, Яндекс переводчик, DeepL, Reverso Context, Bing Microsoft Translator, Thesaurus, Merriam-Webster. Они являются многофункциональными: знают большое количество языков, могут переводить не только слова, но и тексты (документы, изображения), способны распознавать речь, показывать примеры употребления переведенного слова в контексте (синонимы/антонимы), могут содержать грамматический и лексический комментарий, а также игры по запоминанию слов.

Также можно использовать HeyGen – нейросеть, с помощью которой можно генерировать видеоролики, озвучивать их, дублировать на разные языки и создавать виртуальных дикторов, которые зачитывают текст.

Главная особенность этой нейросети в том, что во время создания дубляжа она адаптирует движение губ человека под новую аудиодорожку и имитирует тембр голоса из оригинального ролика.

УДК 681.5.013

Д.А. Гринюк, доц., канд. техн. наук;  
Н.М. Олиферович, ст. преп.; Н.И. Подтероб, студ.;  
П.А. Буракова, студ. (БГТУ, г. Минск)

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ НАСОСА

Насосы и насосные станции играют весомую роль в потреблении электроэнергии в водопроводных сетях и на промышленных предприятиях. Изменение режима работы насосов раньше было наиболее распространенной стратегией для достижения оптимизации потребляемой энергии. На сегодняшний день больше всего развиваются решения на основе внедрения частотно-регулируемых приводов (VFD) или в сочетании с изменением количества одновременно работающих насосов с их рациональным выбором.

В литературе можно найти возможность определения динамики контура регулирования расхода и давления [1]. Однако передаточная функция насосов почти не приводятся.

При настройке системы управления насосом или насосной станцией с помощью частотного управления руководствуются следующими формулами [2–3]:

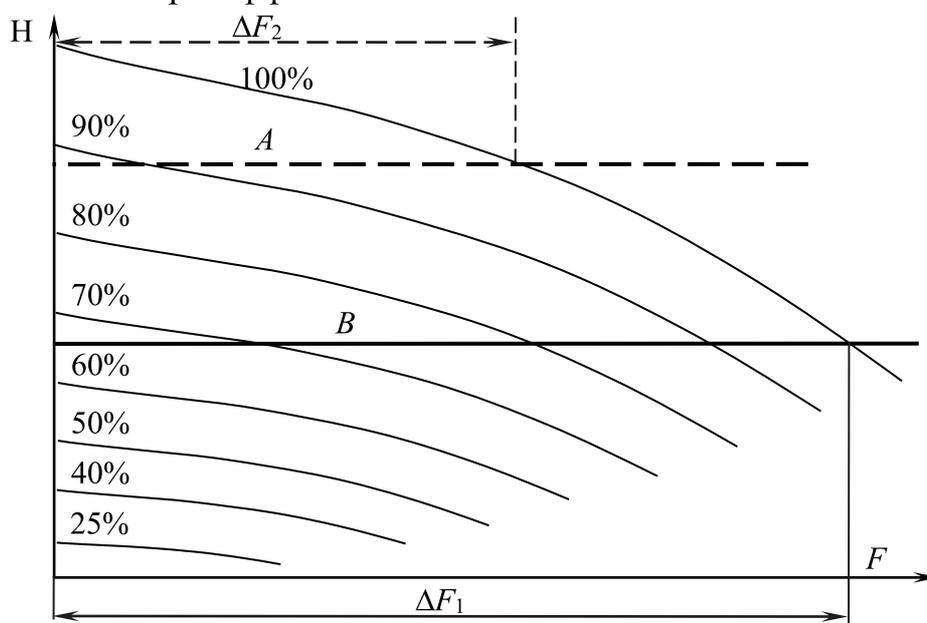
$$F_2 = F_1 \frac{N_2}{N_1}; \quad H_2 = H_1 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2; \quad P_2 = P_1 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^3 .,$$

где  $F$  – это расход;  $H$  – это напор;  $P$  – это мощность.

Из этих формул следует, что при стабилизации расхода в идеальных условиях мы можем получить линейную систему управления. При настройке системы стабилизации давления даже при идеальных условиях уже будет наблюдаться нелинейность в виде квадратичной зависимости коэффициента передачи в контуре стабилизации. Все это очень сильно зависит от взаимодействия характеристик насоса с характеристиками системы, на которую работает насос, а также от диапазона регулирования.

Варианты гидравлической характеристики системы могут быть разные (рис. 1–2). Производители насосов не всегда приводят характеристики для частотного регулирования, однако для практического применения можно применить принцип подобия. Обычно для других частот они параллельны номинальной.

Наложение статических напорных характеристик  $A$  и  $B$  на характеристику насоса для разных частот показывает, что здесь будет наблюдаться с нелинейности в контуре регулирования (рис. 1). Также следует обратить внимание, что узкий диапазон частот для изменения частоты. Особенно, в нашем случае для характеристики  $A$ . Коэффициент передачи объекта регулирования будет значительно больше единицы. В литературе советуют в этом случае произвести замену насоса для устойчивой работы системы или сочетать частотное регулирование расхода с дросселированием клапаном. Правда, последний вариант не очень энергоэффективен.



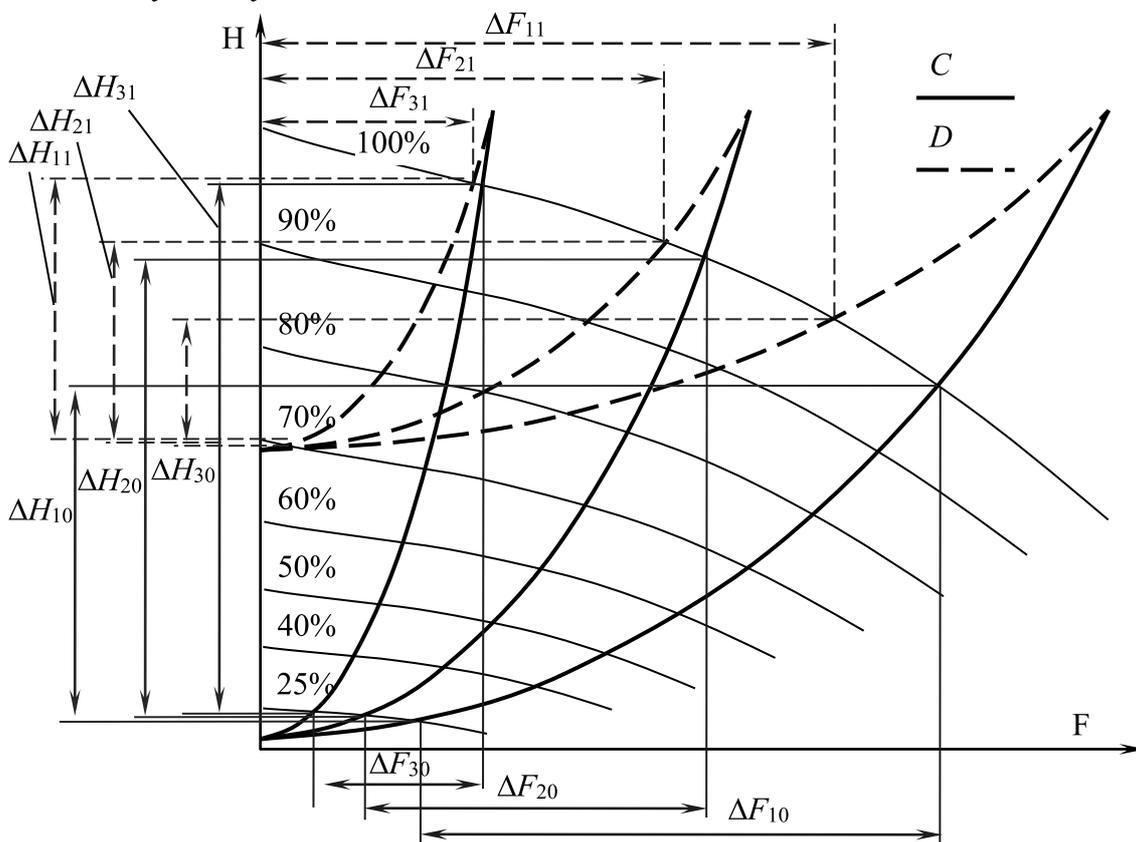
**Рисунок 1 – Определения диапазона регулирования при статическом напоре для частотного регулирования**

В случае зависимости сопротивления системы от расхода, чувствительность по частоте снижается. И, если для характеристики  $C$

потенциально можно менять частоту от 100% от номинальной, то вариант  $D$  тоже будет иметь ограничение по частоте. Настройка регулирования напора при таких характеристиках во многом будет схожа с регулированием расхода.

Как и в предыдущем случае, коэффициент передачи объекта управления будет изменяться в зависимости от частоты, что следует учитывать при выборе настроек регулятора.

Как отмечалось выше, часто для управления насосными станциями применяются группы насосов для обеспечения энергоэффективности и чувствительности. Статические характеристики там строятся еще сложнее. При разном количестве работающих насосов и при разных подходах (один частотный преобразователь обеспечивает регулирование частоты одновременно для всей группы насосов или стабилизация параметра происходит регулированием частоты одного из насосов) чувствительность и коэффициент в контуре с обратной связью будет существенно отличаться.



**Рисунок 2 – Определение диапазона регулирования давления и расхода при зависимости напора от частоты**

Регулирование температуры (например, в системах отопления) путем управления частотой насосов теплоносителей также находит применение при построении систем автоматизации. В этом случае теоретическое определение коэффициентов передачи будет выполняться еще сложнее [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Построение динамической модели гидравлического тракта / Д. А. Гринюк [и др.] // Химическая технология и техника : материалы 86-й научно-техн. конф. – Минск : БГТУ, 2022. – С. 354-356.
2. Variable Speed Pumping : A Guide to Successful Applications // Elsevier Science, Elsevier Ltd., Oxford, UK, 2004 – 172 p.
3. Лезнов Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с
4. Use of Fixed and Variable Speed Pumps in Water Distribution Networks with Different Control Strategies. Water / Briceño-León, С.Х. [at al] // 2021, 13, 479. <https://doi.org/10.3390/w13040479>.

УДК 630\*377.4

В.С. Исаченков, ст. преп.; Е.А. Леонов, доц., канд. техн. наук;  
С.Е. Арико, доц., канд. техн. наук;  
В.И. Гиль, ст. преп., канд. техн. наук; А.И. Лагун, студ. (БГТУ, г. Минск)  
Д.В. Клоков, доц., канд. техн. наук (БНТУ, г. Минск);  
С.С. Карпович, зав. каф., канд. техн. наук (ИПК и ПК БНТУ, г. Минск);

### **ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «КАБИНА – СИДЕНЬЕ – ОПЕРАТОР» КОЛЕСНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ МАШИН**

При имитационном моделировании для проектирования лесозаготовительной техники, в частности колесных трелевочных машин, большое значение имеет выбор рациональной модели системы «Кабина – сиденье – водитель». В зависимости от компоновочного решения колесной трелевочной машины модель будет иметь существенные особенности, что связано с определением динамического взаимодействия основных систем подобных машин, таких как базовая колесная машина, технологическое трелевочное оборудование и пачка древесного сырья. При этом существенное значение имеет так же выбор типа трелевочного оборудования.

**Постановка задачи.** Определение рациональной математической модели системы «Кабина – сиденье – оператор» с учетом особенностей колесных трелевочных машин при имитационном моделировании.

**Основная часть.** Для решения поставленной задачи применялись основные принципы имитационного моделирования. Рассматривались два основных варианта взаимодействия основных систем колесных трелевочных машин. В первом варианте рассматривалось влияние динамических процессов, происходящих с пачкой древесного сырья через технологическое оборудование и колесный трелевочный