

**Керимзаде Гюльшен Санан**  
Кандидат технических наук, доцент  
Азербайджанский Государственный Университет Нефти  
и Промышленности, Баку  
Kerimzade Gulschen Sanan  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku

## МЕТОДЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

**Аннотация:** В представленной статье рассмотрены некоторые методы системы управления электронной аппаратуры. Как известно, современная электронная аппаратура предъявляет требования к вопросам повышения качества, надежности и стабильности в ходе управления технологическим процессом. Основной задачей системы управления силовым электронным устройством является обеспечение заданного качества и регулирование его выходных параметров, осуществляющее их изменение по определенному закону либо стабилизацию. Системы управления делятся на системы с регулированием по отклонению контролируемого параметра и возмущению, которое вызвало это отклонение. Регулируемым параметром в системах управления являются значения выходного напряжения или тока, возмущающими параметрами являются входное напряжение источника питания и величина или характер нагрузки [1-4].

**Abstract:** The presented article discusses some methods of the control system of electronic equipment. As is known, modern electronic equipment places demands on issues of improving quality, reliability and stability during process control. The main task of the control system for a power electronic device is to ensure a given quality and regulate its output parameters, changing them according to a certain law or stabilizing them. Control systems are divided into systems with regulation based on the deviation of the controlled parameter and the disturbance that caused this deviation. The regulated parameter in control systems are the values of the output voltage or current, the disturbing parameters are the input voltage of the power source and the size or nature of the load.

**Ключевые слова:** метод управления, электронная аппаратура, характеристика, система управления, скалярный метод, векторный метод, выходные параметры, регулирование, нагрузка, источник, качество.

**Keywords:** control method, electronic equipment, characteristic, control system, scalar method, vector method, output parameters, regulation, load, source, quality.

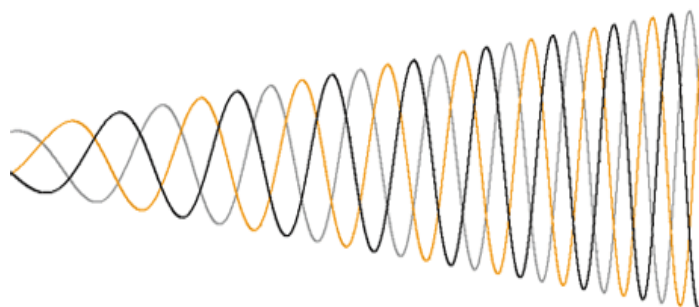
В современном мире преобладающая часть промышленного производства, транспортных систем и сферы жизнеобеспечения человека при достигнутой сегодня степени развития базируется на реализации технологических процессов с использованием электроприводного оборудования. Благодаря достижениям в области микропроцессорной техники и электроники, частотно-регулируемые приводы стали основным типом регулируемого электропривода. Техническим стандартом, по которому можно классифицировать современные преобразователи частоты, является используемый в этих устройствах способ регулирования частоты вращения двигателя. Методы управления делятся на:

- скалярный метод управления
- векторный метод управления

Скалярное управление наиболее применимо в электроприводах небольшой сложности



ввиду его относительной простоты и минимального набора функциональных параметров, необходимых для работы. Подходит для применений, где необходимо поддерживать постоянное (с ограниченным диапазоном и точностью по сравнению с векторным) определенное значения процесса и где нет больших динамических нагрузок. Векторный метод управления по сравнению со скалярным способом управления обладает большей производительностью и точностью управления, в том числе на малых оборотах двигателя, что перекрывает практически все недостатки скалярного принципа управления. Тот или иной способ управления выбирается в зависимости от требований, которые предъявляются к технологическому процессу – глубины и точности управления, необходимости контроля момента на валу двигателя, состояния привода при переходных процессах – при пуске/остановке, ускорение, торможение. Скалярный метод управления применяется для приводов малой и средней мощности с вентиляторной нагрузкой. При использовании скалярного метода (рис.1) возможно управление многодвигательными приводами от одного преобразователя частоты. Жесткость статических характеристик привода практически близка к естественной характеристике. Диапазон скалярного принципа управления, в котором можно регулировать частоту вращения двигателя, не теряя момента сопротивления, не превышает 1:10. Благодаря этому достигается постоянная перегрузочная способность двигателя, не зависящая от частоты приложенного напряжения, однако на низких частотах двигатель может перегреваться и развиваемый им крутящий момент может снижаться. Чтобы избежать этого, ограничивается минимальное значение выходной частоты. При необходимости повышения жесткости характеристики и расширения пределов регулирования применяются различные аналоговые или импульсные датчики скорости. Для этого преобразователи частоты имеют дискретно-аналоговые входы управления. Важным преимуществом скалярного метода является возможность одновременного управления группой объектов. Преобразователь частоты совместно с алгоритмом системы управления изменяет скорость вращения привода, а также, при необходимости, количество одновременно работающих механизмов [6-11].



**Рис.1 Скалярный метод управления (изменение напряжения питания)**

Векторный метод управления не только генерирует гармонические токи и фазные напряжения (как и скалярный метод), но и позволяет регулировать магнитный поток электродвигателя. Таким образом контролируется магнитное поле статора и ротора, регулируется их взаимодействие друг с другом для оптимизации крутящего момента на различных частотах. При этом динамика электропривода улучшается за счет специального встроенного канала управления моментом нагрузки. Внутренняя обработка процессов управления в современных преобразователях частоты осуществляется на базе мощного процессорного оборудования. Векторный метод управления (рис.2,3) заключается в математическом представлении модели двигателя. Возможность такого решения основана на том, что проекция пространственного вектора тока статора на полюсную ось магнитного поля ротора (продольная ось) пропорциональна величине магнитного потока, а проекция на



поперечную ось пропорциональна величине электромагнитного момента. Этот более совершенный метод позволяет самостоятельно и практически безынерционно управлять крутящим моментом на валу и скоростью вращения двигателя под нагрузкой. Основной трудностью реализации векторной системы управления является определение положения оси магнитного поля ротора в пространстве.

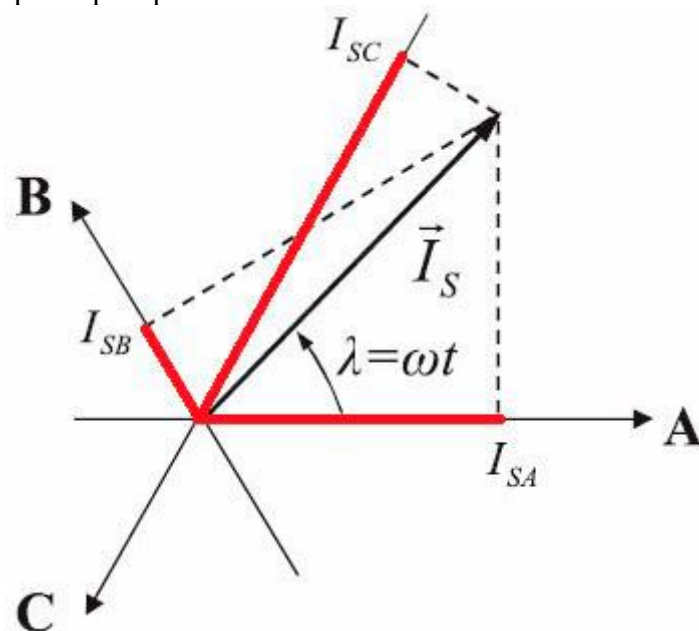


Рис.2 Векторный метод управления

Эта задача решается с помощью датчиков Холла, установленных в электроприводе, или расчетным путем с использованием известных зависимостей, где исходными данными являются мгновенные значения тока, напряжения статора и скорости вращения ротора. В среднебюджетных приводах преимущественно используется расчетный метод, часто с использованием систем управления двигателем без обратной связи по скорости. Такая система управления называется бездатчиковым – разомкнутым управлением [8-10].

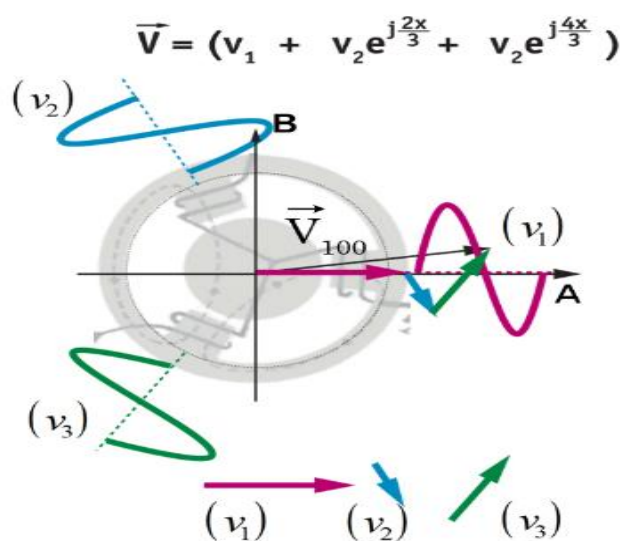


Рис.3 Векторный метод управления (пространственный вектор)



На основании научно-технической базы ссылки на рассматриваемую литературу следует отметить, что при выборе на практике между скалярным и векторным методами регулирования скорости вращения электропривода необходимо оценивать требования, предъявляемые к ним, к объекту управления – это диапазон и точность регулирования технологических величин, необходимость поддержания крутящего момента на валу двигателя (особенно на малых скоростях), требования к управлению приводом в аварийных ситуациях.

*Список литературы:*

1. Керимзаде Г.С., Шихалиев Э.Э. "Методы управления электронной аппаратуры". // Известия ВУЗов Азербайджана. Баку.2024.Том 36 (05). Выпуск 01. 2024.с.42-49. DOI:10.36962/PANTEI 3601202442.
2. Керимзаде Г.С., Бахшалиев А.Т. "Разработка характеристик транзисторного преобразователя частоты".// Известия ВУЗов Азербайджана. Баку.2021.Том 09. Выпуск 05.2021.с.10-16. DOI:10.36962/PANTEI 0905202110.
3. Керимзаде Г.С., Мухтаров Дж.Б."Асинхронный электропривод с преобразователем частоты".// Научно-технический журнал "Проблемы Энергетики", Баку.2020, № 1, с.128-132.
4. Керимзаде Г.С., Гурбанов Л.Я. "Методы управления и модуляции в электромеханических устройствах".// Научно-технический журнал "Проблемы Энергетики", Баку.2019, № 1, с.94-98.
5. Аничин А.С. "Системы управления электроприводов". УП для ВУЗов. М.: 2019.
6. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электроприводами. Учебник М.: Инфра-М.: 2018-576с.
7. Селиванов В.А. "Системы управления электроприводами". УП -2016.
8. <https://helpiks.org/3-80133.html>.
9. <https://radioskot.ru>
10. <https://www.ruselectronic.com>
11. Диод–полупроводниковый элемент. Принцип работы, устройство, разновидности.- <http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichnispravochnik-hitech-book/diode-razznovidnosti-primenenie> – 2018

