

*Галамага Ксения Владимировна*

студентка

*Суздорф Виктор Иванович*

профессор

ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОБАЛЛАСТНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОГЭС**

*Аннотация:* в данной статье рассматривается автобалластная система стабилизации выходных параметров микроГЭС и исследуется её влияние на выходные параметры станции. Авторами предлагается использование дополненной схемы для лучшей стабилизации тока и напряжения на нагрузке.

*Ключевые слова:* микроГЭС, комбинированная система управления, автобалластная нагрузка, тиристорный регулятор напряжения.

### *Актуальность работы*

На сегодняшний день существует проблема обеспечения электроэнергией потребителей, удалённых от централизованной системы энергоснабжения. Причём во многих случаях подключение автономных потребителей к централизованной энергосистеме является экономически нецелесообразным, что обусловлено значительной удалённостью или распределённостью по территории потребителей электроэнергии, а также их труднодоступностью. Помимо этого для нормальной эксплуатации электрооборудования требуется неизменное качество переменного тока и напряжения, поскольку колебания тока и напряжения питания нагрузки могут стать причиной выхода из строя дорогостоящего оборудования.

Принимая во внимание возрастающие требования к качеству поставляемой электроэнергии, актуальной является разработка новых автономных источников децентрализованного электроснабжения, обеспечивающих высокое качество выходного напряжения.

### *Основные проблемы и способы их решения*

Энергия потоков воды занимает весьма существенное место в России по своим запасам и масштабам использования. Причём высокая энергетическая плотность потока и относительно стабильный временной режим по сравнению с другими видами возобновляемых природных источников электроэнергии позволяет вырабатывать микроГЭС самую дешёвую электроэнергию [2, с. 26].

Наименее затратным конструктивным исполнением микроГЭС является свободнопоточный погружной вариант микроГЭС, который не требует возведения дополнительных гидротехнических сооружений (плотин, напорных трубопроводов и каналов), а также земляных и инженерных работ в местах установки.

Анализ известных решений создания микрогидроэлектростанций для малых напоров и расходов водных потоков показал, что наиболее перспективными являются электростанции автобалластного типа с нерегулируемыми турбинами. Такие турбины надёжны и просты в эксплуатации, просты по конструкции и имеют низкую стоимость, однако их использование повышает требования к системе стабилизации выходных параметров вырабатываемого напряжения [1, с. 1].

Имитационное исследование модели микрогидроэлектростанции в среде MatLab и входящей в неё прикладной программы Simulink позволяет с достаточной для практики точностью проанализировать статические режимы работы данной станции при работе на активно-индуктивную полезную нагрузку. Так, было произведено исследование системы энергоснабжения на основе микроГЭС с чисто автобалластной системой стабилизации выходных параметров с фазным регулированием, функциональная схема которой представлена на рисунке 1.

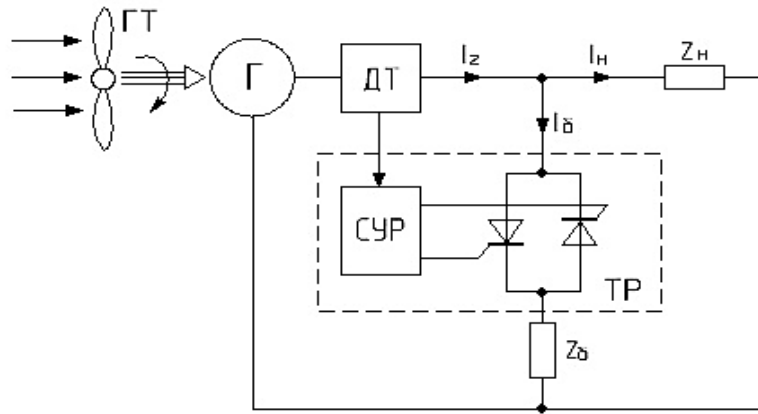


Рис. 1. Функциональная схема микроГЭС с автобалластной системой стабилизации

В данной схеме на вход генератора  $\Gamma$ , вращаемого гидротурбиной ГТ, подключена полезная нагрузка  $Z_n$ , а балластная нагрузка  $Z_b$  подключена через тиристорный регулятор ТР, построенный на полностью управляемых вентилях [1, с. 3]. Система регулирования СУР обеспечивает изменение углов управления тиристорами регулятора таким образом, чтобы частота выходного напряжения генератора оставалась стабильной при изменении условий работы энергоустановки, при этом сигнал на систему регулирования поступает с датчика тока генератора ДТ.

Полученные результаты моделирования подтверждают целесообразность применения данной системы стабилизации для регулирования частоты выходного напряжения (рис. 2). Однако при исследовании было выявлено, что при этом происходит просадка выходного напряжения относительно требуемых параметров, что представлено на рисунке 3.



Рис. 2. График частоты выходного напряжения микроГЭС

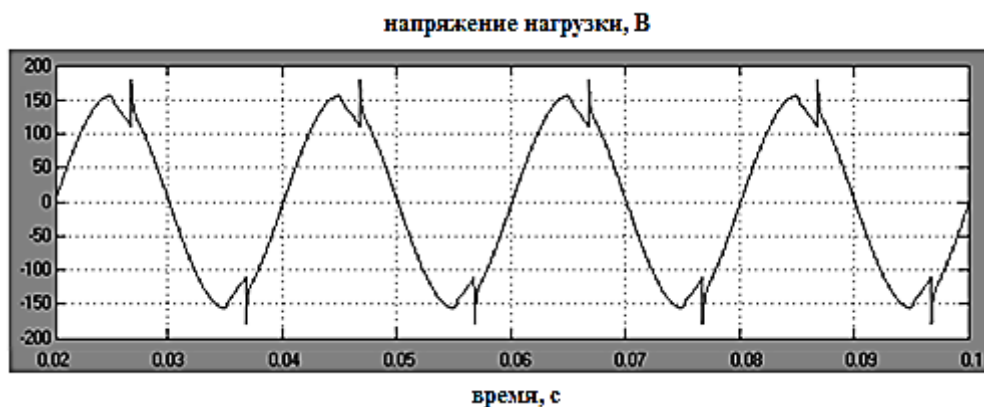


Рис. 3. Кривая напряжения на нагрузке

Помимо этого во всех проведённых исследованиях системы наблюдались импульсные броски напряжения на нагрузке, которые вызваны формированием большой ЭДС самоиндукции в момент выключения автобалластной нагрузки. При этом источником энергии для этих импульсов напряжения является энергия, запасенная в реактивных элементах системы, причём значения импульсных напряжений зависят от параметров электрической системы. Такие колебания напряжения приводят к перегреву оборудования и снижают его срок службы, а также к снижению КПД и увеличению суммарных потерь станции. Поэтому для защиты системы энергоснабжения от импульсных напряжений рекомендуется использовать RC-фильтры, конденсаторы которых подключаются параллельно защищаемому прибору (рис. 4–5).

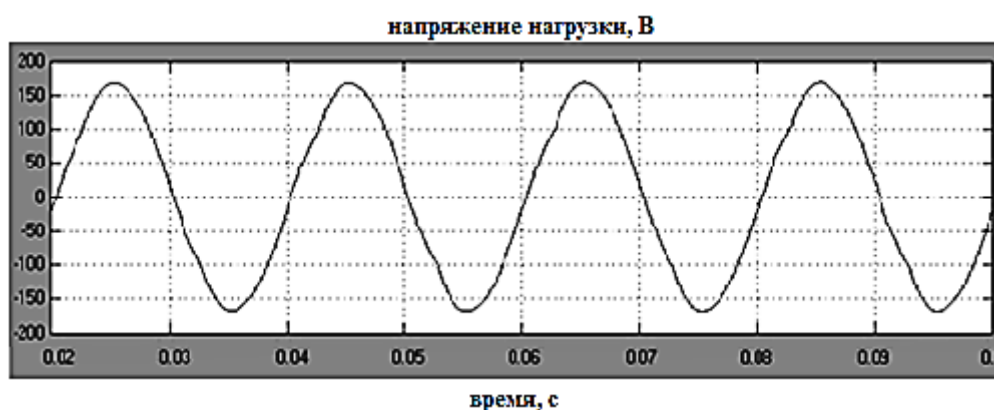


Рис. 4. Кривая напряжения на нагрузке  
при использовании RC-фильтра



Рис. 5. График частоты выходного напряжения микроГЭС при использовании RC-фильтра

Применение в схеме фильтров позволило избавиться от импульсов напряжения при отключении балластной нагрузки и добиться синусоидальности напряжения на нагрузке, а также уменьшило искривление формы тока генератора, тем самым увеличив КПД установки, при этом частота выходного напряжения осталась в пределах нормы.

Для того чтобы добиться требуемого выходного напряжения станции рекомендуется применение комбинированных систем управления, которые включают в себя два канала управления: канал управления частотой и канал управления амплитудой выходного напряжения. Функциональная схема получившейся микроГЭС представлена на рисунке 6.

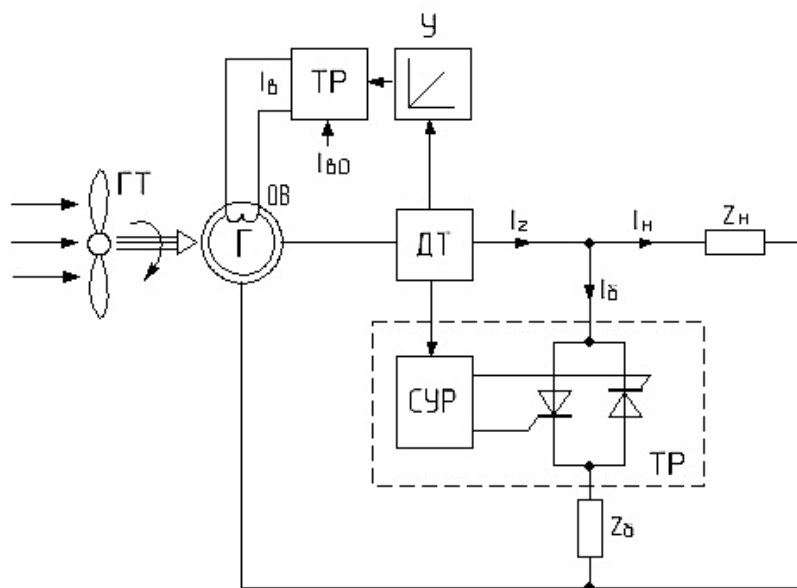


Рис. 6. Функциональная схема микроГЭС с комбинированной системой управления

В разработанной схеме стабилизация частоты выходного напряжения микроГЭС основана на регулировании частоты вращения гидротурбины, при помощи изменения величины балластной нагрузки, а регулирование напряжения генератора осуществляется подачей напряжения на обмотку возбуждения генератора через тиристорный регулятор [3, с. 112].

### *Вывод*

На основании проведенных исследований, представленных в настоящей работе, были получены результаты, способствовавшие решению ряда вопросов по совершенствованию автобалластной системы стабилизации микроГЭС и улучшению качества выходного напряжения данной станции.

Для повышения точности стабилизации выходных параметров системы была предложена схема с комбинированной системой управления, автобалластная нагрузка которой осуществляет стабилизацию частоты выходного напряжения, а стабилизация амплитуды выходного напряжения производится путём увеличения возбуждения генератора. Таким образом, дополненная схема позволяет увеличить точность стабилизации выходного напряжения микрогидроэлектростанции.

### *Список литературы*

1. Забуйский М.Н. Регулятор автобалласта микроГЭС, построенный на полностью управляемых вентилях / М.Н. Забуйский, Б.В. Лукутин. – Томск: ФГАОУ ВО «НИ ТПУ», 2011. – 7 с.
2. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие / Б.В. Лукутин. – Томск: ФГАОУ ВО «НИ ТПУ», 2008. – 187 с.
3. Павлов Г.М. Автоматика энергосистем / Г.М. Павлов, Г.В. Меркурьев. – М.: МЭИ, 2004. – 387 с.