

420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51  
(843)519-42-73  
grachieva.i@bk.ru

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Захарченко Виталия Евгеньевича на тему  
«Развитие теоретических основ и реализация автоматизированного  
управления активной мощностью и составом задействованных агрегатов»,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по  
специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами (промышленность)

Тема оптимизации и повышения эффективности производств, в частности гидроэлектростанций, современна, актуальна и продиктована вектором цифровой трансформации и построения умных производств по всему миру

Решение задачи автор видит в модернизации основных систем регулирования активной мощности, дополняя их специализированной системой РУСА, которая опираясь на прогнозные значения планового графика активной мощности оптимизирует действующий состав агрегатов, рекомендуя пустить, остановить или перевести агрегат через зону ограниченной работы, соблюдая требования по точности выработки, ограничения на диапазон регулирования, учитывая не только КПД агрегатов, но и их техническое состояние, количество аварийных и предупредительных сообщений за период, выравнивая число пусков и наработки в генераторном режиме за период и т.д.

Цифровизация начинается с оцифровки эксплуатационных характеристик агрегата. Традиционные методы описания эксплуатационных характеристик агрегата, основанные на табличном представлении, не требовательны к ресурсам системы, просты и потому легко применимы в системах автоматизации, однако не позволяют получить представление о функции КПД как единой целой для исследования изменения функции за значительный промежуток времени (5 лет, например) или для восстановления функции характеристик по малому числу наблюдений. Для этого предложены методы непрерывной многомерной аппроксимации на основе оптимального кубического Эрмитова сплайна.

На основе цифровой эксплуатационных характеристик ГА (КПД и расхода) автор выводит формулу потенциальных потерь агрегата, показывающую разность

энергии, произведенной от потенциально возможной от срабатывания того же объема воды на максимальном КПД. Такой подход позволяет оценить все водные потери ГЭС.

Цифровой двойник поведения агрегата в динамике описывается картой состояний (режимов), в каждом режиме параметры описываются интервальными величинами, при выходе за который, параметр помечается как недостоверный. Количество недостоверных параметров напрямую характеризует оценку состояния агрегата. Помимо потенциальных потерь, количества недостоверных параметров, в критерии входят наработка агрегатов в генераторном режиме, число пусков и остановов и другие.

Многокритериальный подход используется традиционный – осуществляется свертка критериев за период с весовыми коэффициентами.

Моделирование системы рационального управления составом агрегатов производится на основе системы ГРАМ: зная функцию распределения мощности группового регулятора, можно точно оценить мощности агрегатов после каждого изменения составов, соответственно оценить перераспределение задания по задействованным агрегатам, потенциальные потери агрегатов. Имитируя каждое возможное изменение состояния, оценивается состояние системы в заданной перспективе планового графика по результирующему критерию, к рекомендации представляется то изменение с наилучшим значением целевой функции за период. Описаны алгоритмы, приведены результаты апробации моделей на данных нескольких ГЭС.

Кроме моделирования систем РУСА и ГРАМ автор уделяет внимание оптимизации функций распределения мощности агрегатов и предлагает альтернативные варианты, которые ориентированы на повышение КПД ГЭС.

Судя по автореферату, диссертационная работа является комплексным, разносторонним научно-квалификационным трудом, результаты которого внедрены, о чем есть свидетельства, опубликованы в журналах из перечня ВАК и журналов, входящих в международные базы цитирования WoS и Scopus.

В качестве замечаний можно отметить:

1. Из автореферата не ясна точность оценки потенциальных потерь агрегатов и ГЭС и пути ее повышения.
2. В работе не рассмотрено комплексное влияние рекомендаций на изменение состава агрегатов, включая износ оборудования, увеличения регулировочных функций, расходование ресурса оборудования и т.д.
3. Формирование результирующего критерия осуществляется на основе свертки критериев с предпочтениями экспертов, также эксперты участвуют при определении характерных диапазонов параметров при описании динамики, однако в автореферате не рассмотрен детально процесс выбора экспертов и формирования их оценок по каждому критерию.

Указанные замечания не снижают значимости работы. В целом автореферат диссертационной работы Захарченко В.Е. «Развитие теоретических основ и реализация автоматизированного управления активной мощностью и составом задействованных агрегатов» удовлетворяет 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 20.03.2021 г. №426, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а соискатель Захарченко Виталий Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Доктор технических наук, доцент,  
профессор кафедры  
Электроснабжение промышленных  
предприятий федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования «Казанский  
государственный энергетический  
университет»

\_\_\_\_\_ /Елена Ивановна Грачёва

28.09.2021г.



*Е.И. Грачёва*  
подпись  
Специалист УК

*Е.И. Грачёва*