

**В диссертационный совет  
24.2.277.02 при ФГБОУ ВО  
«Брянский технический университет»**

**ОТЗЫВ**

официального оппонента **Четверикова Бориса Сергеевича**  
на диссертационную работу **Орехова Дмитрия Вячеславовича**  
«Автоматизация проектирования специализированных гидравлических станций с использованием метода морфологического синтеза», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

**Актуальность темы диссертационной работы**

Диссертационная работа Орехова Д. В. посвящена задаче автоматизации проектирования специализированных гидравлических станций с применением морфологических методов, для решения которой автором предлагается создание системы автоматизированного проектирования (САПР). Ключевыми достоинствами подобных систем выступают: уменьшение времени, необходимого для разработки технической документации, устранение множества ошибок на начальных стадиях проектирования и улучшение качества проектных материалов.

В настоящее время существующие САПР, не могут обеспечить весь цикл проектирования специализированной гидравлической станции (СГС). Разработанная автором САПР СГС предоставляет возможность не только разрабатывать гидравлические схемы и оценивать их функциональность, но и подбирать необходимые элементы для гидростанции в зависимости от заданных критериев, а также создавать трехмерные модели и упрощенные компоновки станции.

В этой связи тема диссертации Орехова Д. В. является актуальной, а сама работа направлена на автоматизацию проектирования гидравлических

станций путём разработки специализированных модулей, которые расширяют возможности современных САД-систем.

### **Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций**

В представленной диссертационной работе автором проведен всесторонний анализ современных методов автоматизированного проектирования гидравлического оборудования. Выводы, сделанные на основе этого анализа, имеют логическое обоснование, что подтверждает правильность поставленных задач диссертационного исследования, среди которых считаю важным отметить следующие:

- разработка методики автоматизированного проектирования СГС с учетом современных подходов к решению задач проектирования;
- разработка алгоритма проверки теоретической работоспособности принципиальных гидравлических схем, созданных на первом этапе проектирования;
- разработка методики представления конечного множества альтернатив элементов, которые входят в состав СГС, на основании которых подбирается рациональная конструкция СГС;
- интеграция разработанной САПР СГС с системой трехмерного моделирования.

Достоверность научных результатов, достигнутых автором, обусловлена использованием методов морфологического синтеза, экспертной оценки, парных сравнений и анализа иерархий.

Кроме того, обоснованность и достоверность материалов диссертационного исследования также подкрепляется успешным использованием разработанной САПР СГС, о чем свидетельствуют копии соответствующих актов внедрения на предприятиях: ООО «БОРОКС Гидравлика» (г. Брянск), ООО «Завод промышленного оборудования» (г. Санкт-Петербург), ООО «НПО «Гидросфера» (г. Москва).

Формулировка и содержание выводов по отдельным главам диссертации, а также общие выводы по всему исследованию, логично выстроены и полностью отражают полученные результаты. Обоснованность научных положений диссертации подтверждается целостностью и логической структурированностью диссертационного исследования.

### **Оценка научной новизны диссертационного исследования**

Наиболее значимыми достижениями диссертационного исследования, обладающими научной новизной, являются следующие:

1. Разработанный алгоритм для теоретической проверки работоспособности принципиальных гидравлических схем, который основывается на использовании имитационной компьютерной модели.

2. Предложенный подход к программной реализации автоматизации проектирования специализированных гидравлических станций с применением методов морфологического синтеза, экспертных оценок, анализа иерархий и парных сравнений.

3. Разработанный подход, направленный на улучшение взаимодействия между проектировщиком и системой, который включает в себя параметрические компьютерные модели СГС.

Суть предложенного автором метода автоматизации проектирования специализированных гидравлических станций заключается в представлении множества элементов этих станций в виде альтернативных конструктивных решений, которые организованы с помощью И-ИЛИ-дерева. Данное И-ИЛИ-дерево определяет морфологическое пространство для гидравлических станций, что позволяет однозначно установить их конструкцию. Однако, оно не предоставляет возможности выбора для отдельных компонентов. Для того чтобы выбрать рациональную конструкцию элемента гидравлической станции, применяется метод экспертных оценок в сочетании с парными сравнениями.

## **Практическая значимость полученных результатов диссертационного исследования**

Практическую ценность диссертации составляет разработанный алгоритм проверки теоретической работоспособности принципиальных гидравлических схем, разработанная на основе этого алгоритма САПР СГС, использование которой позволило сократить время на первоначальных этапах проектирования, а также увеличить количество выпускаемых изделий.

Следует отметить, что работа прошла надлежащую апробацию на научно-технических конференциях и семинарах. Основные положения и результаты диссертационного исследования представлены в 12 научных публикациях, 5 из которых в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Российской Федерации; 2 публикации в изданиях, индексируемых в зарубежной базе данных - Scopus. Кроме того, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В сравнительном анализе отечественных и зарубежных САПР (приложение 1) не представлена свободно-распространяемая САПР с открытым исходным кодом – FreeCAD, которая обладает широким функционалом для решения подобных задач, рассмотренных в диссертации, но при этом представлен пакет nanoCAD, свободно распространяемая версия которого обладает достаточно ограниченными функциями.

2. Из диссертационной работы непонятно - как обстоит вопрос с совместимостью САПР СГС между разными версиями КОМПАС-3D? А также какую конкретно версию КОМПАС-3D использует автор при реализации предложенной САПР СГС и почему именно её?

3. На странице 47 в разделе 2.5, в котором рассмотрено морфологическое множество элементов конструкции гидравлической станции, отсутствует ссылка на представление данного множества альтернатив.

4. В описании к формуле 2.14 на с. 55 не указано, что обозначает символ *a*.

5. В разделе 3.2 при рассмотрении лингвистического обеспечения разрабатываемой САПР СГС автором был выбран язык программирования *Java*, а в выводах к главе 3 указано, что выбран язык *C++*. Вероятно, что это опечатка, но требует пояснения.

6. На с. 80-85 автор приводит упрощенную методику расчета основных параметров исполнительной подсистемы объемного гидропривода СГС, однако не показано каким образом она реализуется в предложенной САПР СГС?

7. В диссертационной работе присутствуют неточности и грамматические ошибки (например, с. 5, строка 15; с. 7, строка 25; с. 78, строка 10; с. 80, строка 5; с. 89, строка 1).

В целом отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации и не влияют на ее положительную оценку.

### **Заключение**

Представленная к защите диссертационная работа Орехова Д. В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи автоматизации проектирования специализированных гидравлических станций за счет предложенной методики и алгоритмов подбора их рациональной конструкции и компоновки, которые учитывают необходимые технические условия, а также параметры входящих в состав СГС конструктивных элементов.

Диссертационная работа соответствует пунктам 1, 4 и 8 паспорта специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Представленная диссертационная работа характеризуется наличием научной новизны и практической значимости, что получило достаточное освещение в печатных источниках, входящих в перечень ведущих рецензи-

руемых научных изданий, рекомендованных ВАК Российской Федерации. Полученные результаты исследования, представленные в форме САПР СГС, были успешно внедрены на нескольких производственных предприятиях. Автореферат адекватно отражает ключевые идеи и основные выводы диссертационной работы.

В целом диссертационная работа соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а соискатель Орехов Дмитрий Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.7 – Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

#### **Официальный оппонент**

кандидат технических наук,

доцент кафедры «Подъемно-транспортных и дорожных машин»

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

Четвериков Борис Сергеевич

«05» ноября 2024 г.

Кандидатская диссертация защищена по специальности:

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические системы).

#### **Контактные данные официального оппонента:**

Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова д. 46

Тел. +7(4722)30-99-01

e-mail: chetverikov.bs@bstu.ru

Подпись Четверикова Б.С. удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета

БГТУ им. В.Г. Шухова



Т. А. Дуюн