

Ответы на замечания по статье
«АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛНЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЧИСЛЕННЫХ АЛГОРИТМОВ»

Автор выражает благодарность рецензентам за ценные замечания и рекомендации, способствующие улучшению текста статьи.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
<i>Рецензент А</i>		
1.	В обзоре работ при оценке вклада Дж. Донгарры необходимы ссылки на его релевантные работы (подобно тексту в остатке обзора), а также ссылка на первоисточник при упоминании закона Мура.	Выполнено.
2.	Текст с описанием компонент, данных на рис. 1, местами неудачен и напоминает технический отчет из-за конструкции "Компонент \diamond -- это" (например, "Компонент «Компилятор» — компонент системы ..." -- тавтология). Лучше сформулировать иначе, без тире: "Компонент «Компилятор» преобразует представление алгоритма ...", "Компонент «Q-система» [2, 12–15] преобразует блок-схему алгоритма в ..."	Выполнено.
3.	На рис. 2 представление Q-детерминанта выглядит трудночитаемым, хотя по замыслу автора должно быть наоборот плюс максимальная похожесть на формулу (1). Этой цели, скорее всего, больше соответствует подача представления с отступами в стиле Kernighan&Ritchie (после "{" переход на новую строку, отступ, текст оператора, переход на новую строку, "}").	Выполнено.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
4.	<p>После рис. 3 имеется текст довольно большого объема, который описывает не столько проектирование, сколько реализацию программной системы (со слов "Для его реализации создан интерфейс ExpressionVisitor..." и до конца раздела). В указанном тексте упоминаются классы и объекты, которые не отражены на рисунке, и, по-видимому, не были описаны ранее. Это существенно затрудняет понимание материала.</p>	<p>Выполнено. Разделы 3 и 4 переработаны.</p>

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
5.	<p>Описание реализации (раздел 4) видится существенно перегруженным техническими деталями: упомянуты система сборки Cmake, правила оформления кода Qt Coding Style, библиотеки Google Test и Google Mock и проч., не забыт даже документатор Doxygen. Подобная детализация была бы уместной для статьи по тематике инженерии ПО, но в нашем случае это видится существенно избыточным. Полезным материалом здесь, видимо являются структуры данных, приведенные на рис. 4-6. Их описание, к сожалению, удручает некоторой механистичностью и неточностью, например: "«Кол-во вход. д.» — число, обозначающее количество входных данных алгоритма. «Кол-во выход. д.» — число, обозначающее количество выходных данных алгоритма.". Вместо техники, использованной автором, можно ввести на рисунке интуитивно понятные мнемоники, которые можно кратко описать в подписи к рисунку или/и в сопровождающем тексте, например: "inputParamsNo --- количество входных параметров, outputParamsNo --- количество выходных параметров". «Магическое число» -- существенно неудачный термин для научной статьи.</p>	<p>Раздел 4 изменен с учетом замечания в части существенной перегруженности его техническими деталями.</p> <p>В материал по структурам данных, приведенным на рис. 4-6, в соответствии с замечанием внесены следующие изменения.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. С целью использования общепринятых сокращений название поля «Кол-во вход. д.» заменено на «Кол-во входных данных», а название поля «Кол-во выход. д.» заменено на «Кол-во выходных данных». 2. Сопровождающий текст, описывающий структуры данных, переписан. 3. Термин «магическое число», принятый в программировании, заменен на его аналог «сигнатура данных». <p>Автор всегда благодарен рецензентам за советы, так как в них чувствуется желание помочь улучшить содержание статьи. В том числе благодарю за совет ввести на рисунке интуитивно понятные мнемоники. Однако, по мнению автора, вводить их только для полей «Кол-во входных данных» и «Кол-во выходных данных» не имеет смысла, тем более удалось вписать в эти поля текст с использованием принятого сокращения. Если использовать интуитивно понятные мнемоники для всех полей, то это создаст определенные неудобства для читателя по сравнению с используемой техникой.</p>

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
6.	Раздел 5, посвященный тестированию, видится избыточным как не соответствующий тематике статьи и журнала: тестирование -- неотъемлемый, но технический этап разработки, детализация которого была бы уместной для статьи по тематике инженерии ПО. Возможно, некоторые из подготовленных и проведенных функциональных тестов достойны быть упомянуты в экспериментальной части.	Выполнено. Раздел 5, посвященный тестированию, удален, некоторые из подготовленных и проведенных функциональных тестов приведены в экспериментальной части.
7.	В разделе 6 об экспериментах техническая информация о доступе к "Торнадо ЮУрГУ" видится существенно избыточной.	Выполнено. Техническая информация о доступе к "Торнадо ЮУрГУ" из раздела об экспериментах удалена.
8.	В разделе 6 об экспериментах табличная форма представления результатов не вполне удачна. Более наглядным было бы применение двух графиков/столбчатых диаграмм, на которых сравниваются упомянутые показатели двух рассмотренных алгоритмов. Результаты экспериментов, показанные в таблице, нуждаются в обсуждении: что именно они показали в смысле эффективности применения разработанной автором системы, можно ли их сравнить с какими-либо аналогами и др. (в т.ч., неясно, в чем смысловое отличие времени выполнения Q-эффективной программы от времени выполнения операций Q-эффективной реализации).	Выполнено.
9.	Неясно, имеется ли свободный доступ к разработанной системе и/или к ее исходным текстам. Было бы правильно организовать такой доступ и отразить это в тексте, дав в списке литературы ссылки.	Выполнено. Свободного доступа к разработанной системе нет, но он есть к исходным текстам. В конце раздела по разработке программной системы приведены ссылки на репозитории компилятора и виртуальной машины.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
10.	<p>На взгляд рецензента, имеется некоторое несоответствие названия статьи "Автоматизированное проектирование и исполнение эффективных программ для численных алгоритмов" и ее содержания в разделах 3-6. Материал данных разделов описывает процесс создания программной системы с указанным в названии функционалом, делая акцент на технических деталях. Более правильным видится добавление материала (возможно, как отдельного раздела), в котором описан подход автора к автоматизированному проектированию и исполнения программ с помощью системы: что программист/исследователь подготавливает для этой системы, что система возвращает, как и где используется виртуальная машина и проч., сопроводив это рисунком-схемой. Далее можно описать методы реализации подобной системы (материал разделов 3, 4), исключив технические детали.</p>	<p>Выполнено. Некоторые пояснения: 1. рекомендуемый в замечании материал добавлен в начало раздела 3. 2. автор счел целесообразным в качестве рисунка-схемы представить диаграмму размещения компонентов программной системы, так как любая другая схема по большей части дублировала бы ее. 3. в статье остались описанными некоторые технические детали, необходимые для понимания программной системы.</p>

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
	<i>Рецензент В</i>	
1.	В данном подходе делается упор на использовании всего ресурса параллелизма алгоритма, при этом хорошо известно, что во многих случаях гораздо эффективнее использовать не весь этот ресурс, а только его часть, поскольку не находится его удачного отображения на архитектуру целевого компьютера.	<p>Q-эффективная программа использует весь ресурс параллелизма алгоритма. Но когда она выполняется на ПВС, то из-за нехватки вычислительных ресурсов ПВС будет выполняться не Q-эффективная реализация алгоритма, а какая-то другая его реализация, не использующая весь ресурс параллелизма алгоритма.</p> <p>В статье [15] доказана следующая теорема. Предположим, что для численного алгоритма имеются Q-эффективная и не Q-эффективная программы с одинаковой вычислительной инфраструктурой (условиями разработки и выполнения). Тогда динамические характеристики (время выполнения, ускорение и эффективность) Q-эффективной программы не уступают динамическим характеристикам не Q-эффективной программы.</p> <p>Из этого результата следует вывод: каждая из Q-эффективных программ эффективна для своей вычислительной инфраструктуры.</p> <p>Таким образом, целесообразно разрабатывать и использовать Q-эффективные программы, так как они гарантируют лучшие динамические характеристики при выполнении на ПВС, т.е. являются самыми эффективными.</p>

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
2.	Везде говорится про эффективные реализации, но даже определение эффективности не приводится, не говоря уже об обосновании того, что реализации получают действительно эффективными.	<p>Автор ввела понятие Q-эффективной реализации потому, что:</p> <ol style="list-style-type: none"> любая выполняющая ее программа является эффективной для своей вычислительной инфраструктуры (см. ответ на замечание 1); эта реализация среди всех реализаций алгоритма обеспечивает лучшую загрузку вычислителей ПВС (вычислительных ядер, процессоров). <p>Мы используем общепринятое определение эффективности программ: программа 1 более эффективна, чем программа 2, если программа 1 имеет динамические характеристики (время выполнения, ускорение и эффективность) лучше, чем программа 2. Все три характеристики равноценны, поэтому для определения эффективности достаточно сравнивать одну из характеристик.</p>
3.	Стр. 1: "остается не решенной фундаментальная проблема автоматизированного проектирования и исполнения..." - в чем проблема автоматизированного проектирования, более-менее понятно, но вот в чем проблема именно исполнения программ, требует пояснения.	Программы, являющиеся результатом автоматизированного проектирования, могут иметь специфику, из-за которой возникает необходимость в разработке программного обеспечения для их исполнения. Иначе говоря, решение проблемы автоматизированного проектирования программ предполагает и решение проблемы автоматизированного исполнения этих программ. Примером является предлагаемая нами программная система.
4.	Стр. 2: Абзац про Джека Донгарру выглядит оторванным от остального обзора, к тому же не содержит ни одной ссылки на его работы.	Выполнено.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
5.	Стр. 3: "при их создании могла быть потеряна самая параллельная реализация" - непонятно, что такое "самая параллельная реализация", а также кем и почему она могла быть потеряна.	Q-эффективная реализация алгоритма является самой параллельной реализацией алгоритма, так как она полностью использует ресурс параллелизма алгоритма. Когда разработчик создает программу, реализующую алгоритм, он использует некоторое описание алгоритма. Если в качестве описания применяется представление в форме Q-детерминанта, содержащее все реализации алгоритма, в том числе Q-эффективную, то разработчик имеет возможность создать программу, содержащую все реализации алгоритма. Если используемое разработчиком описание алгоритма содержит не все реализации алгоритма, например не содержит Q-эффективную реализацию, то созданная программа не будет содержать отсутствующие в описании реализации алгоритма. По терминологии автора при создании программы эти реализации потеряны.
6.	Стр. 5: "Определение Q-эффективной реализации показывает, что она полностью использует ресурс параллелизма алгоритма" - утверждение совсем не очевидно. В определении 6 говорится про выполнение операций по схеме сдваивания, но при полном использовании ресурса параллелизма все готовые операции должны выполняться одновременно. Схема сдваивания накладывает условный, не требуемый структурой информационных зависимостей порядок, поэтому уже не использует весь ресурс параллелизма.	Если не задать порядок выполнения операций цепочки, то ее не вычислить. Схема сдваивания обеспечивает минимальное время вычисления цепочки, поэтому при Q-эффективной реализации алгоритма порядок выполнения операций цепочек по умолчанию определяется в соответствии со схемой сдваивания.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
7.	Стр. 5: "Ресурс параллелизма алгоритма характеризуют его высота и ширина" - понятия "высота алгоритма" и "ширина алгоритма", вероятно, известны только автору. Чтобы их узнать, приходится искать процитированные статьи.	<p>Определения высоты и ширины алгоритма добавлены в статью. Следует отметить, что аналогичные понятия, но связанные с информационными графами алгоритмов, введены в [4] и используются в энциклопедии AlgoWiki.</p> <p>Хотелось бы пояснить, почему определения высоты и ширины алгоритма не были включены в первоначальную версию статьи. Описание всех используемых в статье понятий концепции Q-детерминанта занимает значительную часть статьи, что зачастую не позволяет пояснить другие аспекты статьи в достаточном объеме. В связи с этим автором было принято решение при описании концепции Q-детерминанта давать ссылки на доступные статьи, где соответствующие понятия описаны. Для определений высоты и ширины алгоритма в данной статье была дана ссылка на хорошо доступную статью [2].</p>
8.	Стр. 5: На рис.1 требует пояснения понятие "артефакт".	<p>Диаграмма размещения компонентов программной системы использует язык моделирования UML, включающий понятие «артефакт».</p> <p>Определение понятия «артефакт» из Википедии: «Артефакт в языке моделирования UML — некая физическая сущность на уровне платформы реализации, представляющая собой замещаемую часть системы (программный скрипт, файл с исходным кодом, исполняемый модуль, таблица базы данных и т. п.)».</p>

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
9.	Стр. 5: "Компонент «Q-система» — существующий компонент" - а другие компоненты не существующие? Про них такого не сказано.	В этом случае имелось в виду, что при проектировании программной системы компонент «Q-система» уже существовал (Q-система была разработана в 2019 году), а остальные компоненты нет. В новой редакции статьи данное пояснение по поводу компонента «Q-система» отсутствует.
10.	Стр. 7-8: Весь текст, начиная с "Опишем структуру дерева алгоритма" и до конца раздела представляет собой внутреннюю кухню разработчика и не очень интересен стороннему читателю. К тому же изложение местами очень неформальное. На мой взгляд, этот текст стоило бы сильно сократить и формализовать.	Выполнено. Содержание разделов 3 и 4 изменено с учетом данного замечания и замечаний 2, 4, 5, 9 и 10 рецензента А.
11.	Стр. 8-11: Весь раздел 4 можно заметно сократить, детали реализации не так интересны в рамках научной статьи.	Выполнено. Содержание раздела 4 изменено с учетом данного замечания и замечаний 4, 5, 9 и 10 рецензента А. В разделе 4 остались описанными некоторые основные детали реализации, необходимые для понимания программной системы.
12.	Стр. 12: "полученные значения выходных данных совпали с эталонными" – значения совпали полностью или с некоторой точностью? Для итерационных методов точное совпадение кажется маловероятным.	Выполнено. В соответствии с замечанием 6 рецензента А раздел 5, посвященный тестированию, удален, некоторые из подготовленных и проведенных функциональных тестов приведены в экспериментальной части. В измененный текст статьи добавлено пояснение по поводу значений выходных данных: для итерационных алгоритмов они совпали с эталонными с заданной точностью.

№ п/п	Замечание рецензента	Ответ авторов (отметка о выполнении и/или комментарий)
13.	Стр. 12: "два центральных процессора Intel Xeon X5680 с частотой 3.33 GHz одного вычислительного узла с многоядерными ускорителями, каждый из которых имеет 6 ядер и поддерживает 12 потоков" - кажется, что 6 ядер и 12 потоков относится к ускорителям. Не очень понятно, зачем вообще тут писать про ускорители, если они не используются.	Выполнено.
14.	Стр. 12: Абзац со слов "Доступ к суперкомпьютеру..." совсем не интересен, можно удалить.	Выполнено.
15.	Стр. 13: Приведенная таблица требует пояснений. О чем говорят эти времена? Хорошие ли реализации получились? Как они соотносятся с другими реализациями данных алгоритмов?	Выполнено. В экспериментальном исследовании другие реализации алгоритмов не участвовали, так как известно заранее, что выполняющие их программы не имели бы время выполнения лучше, чем Q-эффективные программы (см. ответ на замечание 1).