

## ОТЗЫВ

официального оппонента Легалова Александра Ивановича  
на диссертацию Головешкина Алексея Валерьевича  
«Устойчивая алгоритмическая привязка к коду программы»,  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение  
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Документирование исходных текстов является одной из ключевых задач решаемых при разработке ПО. Зачастую при этом дополнительная информация, сопровождающая код, не всегда должна оформляться в виде итоговых документов или существовать в виде комментариев текста программы. Это связано с тем, что любой программист может делать пометки для себя, обеспечивающие более удобное восприятия семантики кода. Аналогичная ситуация возникает и при рефакторинге кода, когда дополнительные сведения используются как для лучшего понимания и восприятия чужой работы, так и для объяснения действий, связанных с модификацией программы. Во всех этих случаях необходимо делать дополнительные пометки, которые нецелесообразно вносить в уже написанный или формируемый код. В то же время, данные пометки необходимо четко увязывать с исходным текстом программы, обеспечивая при этом быструю прямую и обратную навигацию. Изменение исходных текстов в ходе разработки программы ведет к модификации связей между сформированными контекстными описаниями и участками программы. В этом контексте актуальность темы диссертации, посвященной созданию методов устойчивой алгоритмической привязки к коду на языке программирования и последующей разработке инструментов разметки кода на основе данных методов, не вызывает сомнения.

Проводимые исследования опираются на подход, применяющий легковесные грамматики в качестве основы для построения языка, множество порождаемых цепочек которого включает в качестве подмножества используемый язык программирования. При этом ряд конструкций, выбранных для привязки, могут быть идентифицированы и использоваться в качестве точек привязки различных комментариев, сохраняемых вне текста программы. Автор поэтапно рассматривает решение этой задачи начиная от разработки собственных легковесных грамматик и заканчивая разработкой инструментальных средств, обеспечивающих поддержку предлагаемого

подхода. Несмотря на несколько свободный стиль изложения диссертации, при котором многие решения рассмотрены не как единое целое, а как их историческая эволюция, текст работы понятен и доступен для анализа.

В диссертации получены следующие основные научные результаты:

1. Предложены собственные варианты легковесных LL(1) и LR(1) грамматик, использующие модифицированный терминальный символ  $\Delta$ у, интерпретация которого зависит от следующего за ним контекста. В целом это является интересной идеей, обеспечивающей формирование различных подцепочек, которые при распознавании могут игнорироваться. Ориентация при этом на грамматики с просмотром на один символ позволяет строить быстрые распознаватели, что является необходимым для решения вспомогательных задач, к которым можно отнести поиск точек привязки.

2. Разработан генератор легковесных парсеров, использующий легковесные грамматики для описания синтаксисов различных языков. Несмотря на существование различных генераторов компиляторов, формирование собственного решения выглядит в данном случае вполне разумным. Оно объясняется как спецификой грамматики, так и особенностями промежуточного представления, формируемого на выходе и описывающего зависимости для точек привязки. Генератор использует на входе метаязык LanD собственной разработки, что вполне объяснимо спецификой решаемых задач.

3. Разработаны и реализованы методы, позволяющие осуществлять привязку к произвольным участкам кода программы и их последующий поиск в изменившемся коде.

К практическим результатам работы следует отнести создание инструментальных средств, реализующих предлагаемые подходы и алгоритмы, а также их использование в различных организациях.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается тем, что они базируются на хорошо зарекомендовавших себя методах теории языков и формальных грамматик, методах разработки компиляторов, метода поиска и сопоставления используемых в теории информации.

Диссертационная работа, изложенная на 170 страницах, состоит из введения, пяти разделов, заключения. Список используемой литературы содержит 162 наименования.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, выбраны объект и предмет исследования, показаны научная новизна, практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

**В первом разделе** приводится обзор подходов, определяющих как процесс разработки программ, так и его документирование. Рассматриваются особенности прорезающей функциональности и варианты привязки кода к информации об его контексте. Сформулирована проблема и предложен подход к ее решению на основе нового подвида островной грамматики.

**Во втором разделе** предлагаются легковесные грамматики, используемые для реализации предлагаемого подхода. Вводится язык LanD, обеспечивающий описание данных для разрабатываемого в дальнейшем генератора. Представлены экспериментальные данные по итеративной разработке грамматики на основе предлагаемого подхода.

**Третий раздел** по сути продолжает описание инструментов, рассматриваемых во втором разделе. Материал представлен в историческом развитии и описывает дополнительные функции. Помимо это экспериментальная часть дополнена новыми данными, демонстрирующими расширение возможностей как метаязыка, так и генератора парсеров.

**В четвертом разделе** вводится и описывается промежуточное представление, порождаемое по абстрактному синтаксическому дереву. Показывается, каким образом предлагаемый подход обеспечивает формирование устойчивой привязки при модификации разрабатываемого кода. Описывается разработанная система, обеспечивающая необходимую инструментальную поддержку. Приводятся результаты дальнейших экспериментов.

Дальнейшее развитие промежуточного представления и инструментальных средств представлены в **пятом разделе**. Наряду с этим предлагается использование механизмов привязки к однострочным и многострочным фрагментам кода и отображение этих механизмов в разработанной системе.

**В заключении** перечислены основные научные и практические результаты.

Материал диссертационной работы Головешкина А.В. изложен логично и хорошо структурирован. Основные результаты исследования

отражены в 10 работах. Из них 4 — статьи в научных изданиях из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 1 статья, входящая в базы Scopus и Web of Science. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на 11 международных, национальных и региональных научных конференциях и семинарах.

### **Замечания**

1. Не вполне понятно описана практическая привязка именно к сквозной функциональности. По прочтении диссертации создается впечатление, что вполне возможно группирование точек привязки в функциональность из разных программных конструкций, не входящих в сквозную функциональность, определяемых в языке, построенном по легковесной грамматике. Например, возможно связать воедино функции или методы, имеющие различные имена и назначение, так как их внутренний смысл не анализируется.

2. Предлагаемый в работе метаязык LanD по сути тоже является формальным языком. Поэтому хотелось бы видеть более формализованное описание его синтаксиса и семантики хотя бы в приложении, а не только описание возможностей и последующего расширения в рамках исторической ретроспективы.

3. Зачастую программа является продуктом коллективной разработки, что ведет к формированию множества несвязанных между собой пометок, осуществляемых различными разработчиками. Было бы полезно обеспечить организацию коллективного формирования привязок, включая комментарии внешних аудиторов.

4. При описании практической реализации хотелось бы видеть больше информации по формированию пометок, организации контекстного поиска в прямом и обратном направлении.

5. Недостаточно подробно представлена архитектура программной системы.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку выполненной работы. Диссертация Головешкина Алексея Валерьевича является завершенным научно-квалификационным трудом, в котором решена актуальная задача. Она обладает новизной и имеет практическую значимость.

Работа соответствует паспорту научной специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация соответствует требованиям пункта п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 N 335, от 02.08.2016 N 748, от 29.05.2017 N 650, от 28.08.2017 N 1024), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Головешкин Алексей Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
профессор департамента программной  
инженерии факультета компьютерных наук  
НИУ «Высшая школа экономики»

Легалов Александр Иванович

«28» 11 2022 г.