

ПОСТАНОВКА И ПУТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕКОНФИГУРАЦИИ КАТАСТРОФУСТОЙЧИВЫХ СИСТЕМ

С. А. ПОТРЯСАЕВ

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
СПИИРАН, 14-я линия ВО, д. 39, Санкт-Петербург, 199178

<semp@mail.ru>

УДК 681.51.001.57

Потрясаев С. А. **Постановка и пути решения задачи комплексного планирования реконфигурации катастрофоустойчивых систем** // Труды СПИИРАН. Вып. 3, т. 2. — СПб.: Наука, 2006.

Аннотация. *Рассматриваются проблемы создания и применения катастрофоустойчивых систем. Приводятся возможные пути решения задачи управления структурной динамикой катастрофоустойчивых систем в режимах высокой доступности и балансировки нагрузки.* — Библиограф. 7 назв.

UDC 681.51.001.57

Potryasaev S. A. **Statement and solutions of problem of planning of fault-tolerant computer systems' reconfiguration** // SPIIRAS Proceedings. Issue 3, vol. 2. — SPb.: Nauka, 2006.

Abstract. *The problems of creating and using of fault-tolerant computer systems is considered. The article presents different solutions of problem of structure dynamic control for the fault-tolerant computer systems functioning in high availability and load balancing modes.* — Bibl. 7 items.

1. Введение

В большинстве современных предприятий вся информация, относящаяся к критическим целевым процессам, обрабатывается электронно-вычислительными комплексами. Сами по себе вычислительные комплексы подвержены угрозе программного и/или аппаратного сбоя. Таким образом, из-за незначительной ошибки в программном или аппаратном обеспечении критический целевой процесс предприятия может остановиться. Это особо актуально для предприятий, целевыми процессами которых является предоставление электронных услуг, то есть, присутствует технологическая невозможность продолжения нормального функционирования при отказе вычислительных ресурсов. Для многих предприятий приостановка таких целевых процессов приводит к значительным финансовым потерям. В настоящее время одной из наиболее востребованных консультационных услуг является построение плана непрерывности функционирования предприятия. В подобный план наряду с решениями из других предметных областей входят именно технические решения. Современные решения в области отказоустойчивости позволяют обеспечивать надежность систем обработки информации на уровне 99.9%. Для особо критичных процессов могут быть разработаны технологии, обеспечивающие надежность на уровне «пять девяток», то есть 99.999%. Такие системы гарантируют суммарный простой в год не более пяти минут. Разумеется, стоимость таких решений высока, но цена складывается в основном из-за применения дорогостоящего аппаратного обеспечения.

Современные катастрофоустойчивые системы имеют возможность функционирования как в режиме «высокой доступности» (high availability), так и в режиме «балансировки нагрузки» (load balancing). В режиме высокой доступности речь идет о возможности подключения резервного элемента в случае сбоя ос-

нового функционирующего элемента. При нормальной работе системы (без сбоев) резервный элемент не функционирует. Подобные системы продолжают применяться, но наряду с этим все бóльшую востребованность приобретают катастрофоустойчивые системы, позволяющие одновременно задействовать основные и резервные элементы. Решения с балансировкой нагрузки позволяют в нормальном режиме работы распределять задачи между всеми доступными элементами, а в случае сбоя исключать недееспособный элемент без потери функциональности (но с возможной потерей производительности). Определенным недостатком существующих отказоустойчивых решений является то, что логика их работы в большинстве случаев ограничивается простыми эвристическими алгоритмами распределения задач по доступным ресурсам. Из применяемых на сегодняшний день способов распределения задач наиболее часто можно встретить такие как: «распределение по очереди», когда каждая следующая задача направляется к следующему по номеру ресурсу; «случайное распределение», когда задачи направляются случайно выбранным ресурсам. Связанные с этим проблемы касаются, во-первых, неоптимальности использования имеющихся в наличии ресурсов, во-вторых, невозможности учета самых разнообразных особенностей, присущих как задачам, так и ресурсам. При рассмотренном способе распределения задач по ресурсам вероятны ситуации пиковых нагрузок на один или несколько ресурсов при простое остальных. В этом случае у катастрофоустойчивой системы зачастую нет возможности ни спрогнозировать подобное развитие событий, ни найти выход из сложившейся ситуации.

2. Постановка задачи комплексного планирования реконфигурации катастрофоустойчивых систем

Для ликвидации указанных недостатков необходимо на различных этапах жизненного цикла катастрофоустойчивой системы планировать ее функционирование. Планирование обладает рядом специфических черт. Во-первых, планирование позволяет предварительно сделать выводы и принять решение о механизмах функционирования сложных технических объектов, которые бы обеспечили достижение поставленных целей. Во-вторых, планирование направлено на предотвращение ошибочных действий и уменьшение неиспользованных возможностей. В общем случае при планировании приходится решать следующие классы задач [1]: определение целей и задач, стоящих перед катастрофоустойчивой системой, и определение времени, к которому должны быть достигнуты данные цели и задачи; определение средств достижения этих целей и задач; определение ресурсов для реализации планов, а также разработка принципов, методов и методик распределения ресурсов между элементами и подсистемами системы; разработка облика катастрофоустойчивой системы и, прежде всего, ее основных структур, а также алгоритмов ее функционирования, обеспечивающих непрерывность процессов планирования и реализации плановых решений.

Планирование функционирования на этапе проектирования позволяет провести функциональный синтез облика системы на основании как строго заданных параметров, так и на основании некоторых предположений о режимах ее функционирования и возможных воздействиях внешней среды.

3. Пути решения рассматриваемой задачи

К настоящему времени сформировалось три концепции планирования [2]: сатисфакционное, формальное и системное планирование. Формальное планирование делает акцент на предсказании развития обстановки (в терминах математических моделей), сатисфакционное — на реакции системы на воздействия внешней среды, при системном планировании стремятся способствовать взаимодействию системы с внешней средой. К настоящему времени в рамках перечисленных выше концепций планирования были разработаны многочисленные теории планирования для различных предметных областей [3,4]. При автоматизации решения задач распределения ресурсов в сложных технических системах широко использовались как математические модели (прежде всего, модели математического программирования, имитационные модели), так и логико-алгебраические, логико-лингвистические модели [2,5]. Однако, к сожалению, при таких подходах к решению частных задач планирования распределения ресурсов в сложных технических системах зачастую не выполнялись основные требования системного подхода. Это проявлялось в значительной несогласованности процессов функционирования элементов и подсистем, входящих в их состав, возникновении «пиковых» информационных нагрузок в комплексах средств автоматизации, отсутствии ориентации задач планирования на повышение эффективности функционирования сложных технических, в том числе катастрофоустойчивых, систем.

Зачастую вместе с анализом достоинств и недостатков указанных моделей производится попытка сделать предположение о том, какие модели лучше использовать при решении задач планирования функционирования сложных технических систем. Но на практике оказывается, что применение каждой из моделей наиболее эффективно только при определенных условиях, на определенном жизненном цикле или при моделировании определенных подсистем. Анализ показывает [2], что применение различных моделей при описании одной сложной технической системы не только не вызывает противоречий, но и выводит моделирование на новый качественный уровень. Наибольший эффект при автоматизации процессов планирования может быть достигнут только при комплексном планировании работы сложной технической системы, когда проводится совместное планирование процесса выполнения целевых и технологических операций, распределение основных и резервных ресурсов в катастрофоустойчивой системе. При таком планировании появляется возможность осуществить непосредственную взаимосвязь результатов целевого применения катастрофоустойчивой системы с вариантами функционирования ее элементов и подсистем, провести оценку их взаимного влияния друг на друга.

Предусмотренная в существующих и создаваемых катастрофоустойчивых системах структурная избыточность (многовариантность построения структуры алгоритмического и информационного обеспечения, технической, технологических структур) создает условия для организации процессов управления перечисленными структурами указанных систем в различных условиях обстановки, в том числе в случае возможных катастроф, приводящих к сбоям и уничтожениям элементов системы.

Более того, комплексное планирование позволяет вести речь о комплексной автоматизации функционирования сложных технических, в том числе катастрофоустойчивых, систем. В большинстве систем ключевую роль играет человек, то есть лицо, принимающее решение (ЛПР). Участие ЛПР в функциониро-

вании катастрофоустойчивой системы значительно увеличивает инерционность данного процесса, снижает его оперативность и устойчивость. В некоторых случаях благодаря комплексному планированию и соответствующей комплексной автоматизации появляется возможность свести к минимуму участие (а иногда и исключить) ЛПР в функционировании катастрофоустойчивой системы, понизив тем самым инерционность принятия решений и их субъективность.

Единственной сложностью применения полимодельного описания является необходимость сопряжения различных моделей. Но работы в этой области ведутся уже значительное время и на сегодняшний день существуют решения, позволяющие утверждать, что совместное использование разнородных моделей не является неразрешимой задачей [2].

В некоторых случаях параметры и условия функционирования вычислительной системы могут быть априорно близки к строго детерминированным и полностью известным. Это означает, что заранее определены моменты поступления заявок на решение каждой задачи, точно известна длительность их решения, могут быть точно рассчитаны затраты на организацию вычислительного процесса и отсутствуют случайные факторы, влияющие на распределение ресурсов. В этом случае распределение ресурсов в принципе может быть произведено один раз за все время функционирования вычислительной системы, возможно, на этапе проектирования.

Однако в большинстве реальных систем имеется множество возмущающих факторов, которые обычно не позволяют рассматривать распределение ресурсов в вычислительной системе как однократную строго детерминированную задачу. Возмущениями являются заявки, поступающие в случайные моменты времени и требующие перераспределения ресурсов вычислительной системы, отклонения длительности обслуживания заявок от предполагавшегося при планировании их обслуживания и т.д. [1]. Эти факторы приводят к необходимости оперативной корректировки планов распределения ресурсов, а главное к изменению методов и дисциплин распределения производительности вычислительной системы. В предельных случаях эти методы определяются в основном детерминированным или случайным характером основных процессов поступления и обработки информации, что приводит к их исследованию соответственно методами математического программирования и теории расписаний или методами теории массового обслуживания [6].

В промежуточных случаях относительный уровень возмущений определяет долгосрочность или перспективность возможного планирования вычислительного процесса. По мере повышения уровня случайных воздействий организация вычислительного процесса становится все более оперативной и краткосрочной.

Второй причиной, заставляющей осуществлять планирование функционирования катастрофоустойчивой системы на этапе реализации, является возможный выход из строя некоторых ее элементов. В этом случае речь идет об изменении структуры системы, или о реконфигурации структуры катастрофоустойчивой системы. Указанный процесс включает в себя комплекс операций, обеспечивающих сохранение уровня ее целевых и информационно-технических возможностей, либо обеспечивающих наиболее «благоприятный» процесс деградации [2]. Последнее означает, что после реконфигурации система может сохранить не все функции, которые она должна выполнять при нормальной работе, а лишь основные, да и то с возможным понижением качества их выполнения. Поэтому, проводя реконфигурацию структуры катастрофоустойчивой сис-

темы, необходимо стремиться оперативно и с максимальной полнотой использовать ее сохранившиеся ресурсы для выполнения основных функций автоматизированного управления объектами. Задачи управления структурной динамикой сложных технических систем по своему содержанию относятся к классу задач структурно-функционального синтеза их облика, формирования и реализации соответствующих программ управления их развитием.

Основное отличие реконфигурации структур катастрофоустойчивой системы от управления резервами состоит в том, что реконфигурация может применяться и в тех случаях, когда резервы исчерпаны, но возможен переход на уровни работоспособности с понижением качества выполнения целевых задач объектами системы. Причем для каждого из указанных уровней работоспособности должны быть определены способы применения системы и алгоритмы управления объектами. Таким образом, реконфигурация целесообразна, если имеются упорядоченные уровни работоспособности катастрофоустойчивой системы, которые характеризуются заданными значениями ее целевых и информационно-технических возможностей.

Особая трудность при решении задач управления структурной динамикой сводится к следующему. Для определения оптимальных программ управления основными элементами и подсистемами катастрофоустойчивой системы должен быть известен перечень функций и алгоритмов обработки информации и управления, реализуемый в указанных элементах и подсистемах. Но распределение функций и алгоритмов по элементам и подсистемам катастрофоустойчивой системы зависит от структуры и параметров законов управления данными элементами и подсистемами. Более того, задачу необходимо решать с учетом возможного изменения структуры катастрофоустойчивой системы.

На сегодняшний день есть определенные результаты по следующим направлениям: синтез технической структуры сложной технической (катастрофоустойчивой) системы при известных законах функционирования ее основных элементов и подсистем; синтез функциональной структуры рассматриваемой системы при известной технической структуре. Существует некоторое множество процедур получения совместного решения задач указанных направлений. Но все существующие модели и методы структурно-функционального синтеза облика сложной технической системы и формирования программ их развития используются на этапах проектирования ее облика, то есть тогда, когда фактор времени не является существенным [2].

В современных условиях более актуальной становится задача управления структурной динамикой катастрофоустойчивой системы, прежде всего, для этапа её применения по целевому назначению. Решение проблемы управления структурной динамикой катастрофоустойчивой системы предполагает исследование трех классов задач, к которым относятся задачи анализа структурной динамики системы, задачи оценивания структурных состояний и структурной динамики системы, задачи синтеза оптимальных программ управления структурной динамикой катастрофоустойчивой системы в различных условиях обстановки. Методологические основы решения данных задач [6,7] базируются на результатах, полученных к настоящему времени в обобщенном системном анализе и современной теории управления сложными техническими системами с перестраиваемыми структурами. К ним относятся: принцип программно-целевого управления, принцип внешнего дополнения, принцип необходимого разнообразия, принципы полимодельности и многокритериальности, принцип новых задач.

При полимодельном описании процессов управления структурной динамикой возможно использование технологий комплексного моделирования и концепций, положенных в основу построения имитационных систем. Имитационная система рассматривается как специально организованный программно-алгоритмический комплекс, включающий в себя иерархические имитационные модели, аналитические модели, дающие упрощенное описание изучаемых объектов, информационную подсистему, включающую в себя базы данных, систему управления и сопряжения, обеспечивающую взаимодействие всех компонент информационной системы и работу с пользователем (ЛПР) в интерактивном режиме.

Рассмотренный полимодельный подход позволяет ставить задачу выбора оптимальных программ управления структурной динамикой катастрофоустойчивой системы в различных условиях обстановки.

В работе [2] были предложены следующие основные этапы решения задачи выбора оптимальных программ управления структурной динамикой сложных технических систем. Прежде всего, необходимо сгенерировать некоторое множество допустимых вариантов многоструктурных макросостояний сложной технической системы. Иначе говоря, необходимо осуществить структурно-функциональный синтез облика сложной технической системы, соответствующего прогнозируемой обстановке. Далее проводится выбор конкретного варианта многоструктурного макросостояния сложной технической системы. Одновременно с этим необходимо сформировать планы управления переходом системы из текущего в требуемое макросостояние. Более того, рассматриваемые планы должны обеспечивать такое развитие системы, при котором наряду с реализацией программ перехода из соответствующих макросостояний предусматривается одновременно и реализация программ устойчивого управления системой в промежуточных макросостояниях.

Указанные подходы легли в основу разрабатываемого прототипа программного комплекса, моделирующего функционирование катастрофоустойчивой информационной системы. Прототип оперирует такими концептуальными понятиями, как задача, целевой процесс, ресурс. Абстрагирование от конкретной предметной области позволяет с минимальными затратами адаптировать настоящий программный комплекс к различным предметным областям. К настоящему моменту прототип позволяет производить оптимизацию распределения задач по имеющимся ресурсам, используя алгоритм оперативного динамического планирования, описанный в работах [2,7]. Исходными данными для синтеза плана функционирования катастрофоустойчивой системы являются: задачи, объединенные логикой в процессы; вычислительные ресурсы, способные выполнять указанные задачи; диспетчерское решение, то есть любой допустимый план реализации технологических процессов на заданных ресурсах; система ограничений (технологических, технических, организационных). Показатель качества, улучшение которого и является целью проводимой оптимизации, также имеет возможность выбираться из некоторого допустимого набора. В настоящее время существует возможность оптимизировать план функционирования катастрофоустойчивой системы с целью максимизации количества выполненных задач на ограниченном интервале планирования или с целью равномерности использования вычислительных ресурсов. Более того, обобщенный показатель качества управления катастрофоустойчивой системой может быть построен таким образом, чтобы учитывать сразу несколько критериальных

функций оптимальности (с соответствующими весовыми коэффициентами каждой из них). В этом случае речь идет о многокритериальной оптимизации.

Для проведения экспериментов используется специальный модуль программного комплекса, позволяющий генерировать наборы исходных данных для решения задачи планирования управления структурной динамикой катастрофоустойчивой системы. Генератор имеет возможность синтезировать различные технологии обработки информации и принятия решения, включающие наборы взаимосвязанных задач, и группы ресурсов. Генерирование происходит на основании задаваемых параметров, таких как диапазоны объемов задач, диапазон количества задач в процессах, диапазон количества процессов, количество ресурсов. Таким образом, генератор позволяет строить модели различной степени детализации: от «длинных» моделей, в которых описывается небольшое количество процессов, включающих значительное количество задач, до «широких» моделей, состоящих из большого количества процессов с минимальным количеством задач. Дополнительно варьируя количество ресурсов можно формировать различные сценарии функционирования катастрофоустойчивой системы: от критической нехватки ресурсов (жесткая борьба за ресурс) до существенной избыточности ресурсов.

Для описания моделей программный комплекс использует широко распространенный сегодня язык XML. Применение XML позволяет в одном файле хранить как исходные данные модели (процессы, ресурсы и их характеристики), так результаты выполнения алгоритма построения оптимального плана. В перспективе предусматривается возможность в этом же файле модели сохранять не только данные, но и методы работы с этими данными (например, расчет показателя качества, записанный на интерпретируемом языке).

Применение алгоритмов оптимального планирования, как показали предварительные исследования, позволяет существенно повысить качество планирования функционирования катастрофоустойчивой системы. Однако вычислительные и временные затраты, связанные с построением оптимального плана, превышают аналогичные затраты, получаемые при применении эвристических алгоритмов теории расписаний. Практические эксперименты показывают, что некоторые эвристические алгоритмы дают решение, достаточно близкое к оптимальному при существенно меньших вычислительных затратах. Причем качество плана эвристического алгоритма сильно варьируется в зависимости от состава и характеристик исходных данных. Поэтому, не всегда сразу можно сказать, какой из эвристических алгоритмов необходимо применять. Этот вопрос зачастую разрешался путем сравнения друг с другом качества планов, полученных на основе различных эвристических алгоритмов. Но при таком подходе невозможно сказать, насколько все рассматриваемые решения отклоняются от оптимальной программы функционирования катастрофоустойчивой системы.

В рассматриваемом программном комплексе наряду с оптимальным планированием имеется возможность построения плана функционирования катастрофоустойчивой системы с помощью эвристических алгоритмов. Далее, проводя сравнение показателей качества оптимального (эталонного) и эвристических планов, можно обосновать рекомендации о целесообразности применения конкретного эвристического алгоритма, позволяющего формировать планы функционирования системы с минимальной потерей качества планирования (относительно эталонного, оптимального плана) и меньшими вычислительными затратами.

В дальнейшем планируется полноценно реализовать в программном комплексе алгоритмы управления структурной динамикой катастрофоустойчивых информационных систем и добавить возможность учета сценариев деградации указанных систем.

В заключение следует отметить еще одну важную функцию катастрофоустойчивых систем, которую следует учитывать при их моделировании.

Общепринято термин катастрофа связывать с угрозами, вызванными действием непреодолимой силы, например, природные катаклизмы, техногенные аварии. То есть угрозы, не являющиеся целенаправленной деятельностью человека. Разумеется, такое узкое рассмотрение термина «катастрофа» не является полностью верным. Принято считать, что целью катастрофоустойчивой системы является обеспечение, в широком смысле, устойчивости функционирования бизнес-системы, в рамках которой функционирует катастрофоустойчивая информационная система. Понятие «устойчивость» трактуется весьма широко, но в любом случае в это понятие вкладывается способность противостоять как возмущающим воздействиям, не имеющим цели воздействия на систему, так и воздействиям исходящим от человека, целью которого является нарушение одного из трех основных аспектов защиты информации: конфиденциальности, целостности и доступности. Таким образом, целесообразно вопросы защиты информации рассматривать в общем контексте задач, связанных со структурно-функциональным синтезом катастрофоустойчивых информационных систем.

Наиболее очевидно катастрофоустойчивая система противостоит злоумышленным атакам «отказа в обслуживании». Опасность этой атаки объясняется простотой ее реализации, и, как следствие, распространенностью и частотой применения. Атака подобного рода зачастую происходит полностью в автоматическом режиме и не требует от злоумышленника специальных знаний. Суть атаки «отказ в обслуживании» заключается в несанкционированном прекращении предоставления атакуемой вычислительной системой той или иной электронной услуги. При некотором множестве способов реализации указанной атаки результат ее успешного выполнения однозначен — вывод из строя элемента вычислительного комплекса. То есть, успешную реализацию атаки можно приравнять к программному или аппаратному сбою. Для катастрофоустойчивой системы должна быть уже предусмотрена последовательность действий в подобной ситуации. Если функционирование рассматриваемой системы основано на предложенных выше моделях и алгоритмах, то время простоя и восстановления катастрофоустойчивой системы будет значительно сокращено по сравнению с катастрофоустойчивыми системами, работающими на традиционных принципах.

Угрозам нарушения конфиденциальности и доступности катастрофоустойчивая система также имеет возможность противостоять, но менее очевидно. Дело в том, что реализация атак, нацеленных на нарушение целостности и конфиденциальности, зачастую представляет собой многоэтапную процедуру. Перед непосредственным проведением атаки происходит изучение информационной системы («сканирование») с целью выявления целей атаки — вычислительных систем, во-первых, обрабатывающих значимую информацию, во-вторых, имеющих уязвимости, необходимые для успешной реализации атаки. В зависимости от технологии изучения информационной системы, применяемой злоумышленником, процедура поиска уязвимых элементов занимает большее или меньшее время, но в любом случае, процесс не является мгновенным.

Возвращаясь к катастрофоустойчивой системе, напомним, что ее работа основана на управляемой структурной динамике. То есть, задачи, решаемые каждым элементом, не являются статически к нему привязанными. Следовательно, можно организовать работу катастрофоустойчивой системы в таком режиме, что ее структурная динамика будет происходить принудительно, даже без выхода из строя тех или иных элементов. При рассмотренном режиме функционирования изучение информационной системы со стороны злоумышленника зачастую теряет смысл, так как элементы, отмеченные как уязвимые или обрабатывающие интересующую информацию на начальном этапе «сканирования» перестанут быть таковыми к моменту завершения «сканирования» информационной системы. В итоге, вероятность (возможность) успешной реализации атак нарушения целостности и конфиденциальности существенно сокращается.

4. Заключение

Таким образом, предложенные модели и алгоритмы управления структурной динамикой применительно к катастрофоустойчивым системам позволяют, во-первых, повысить эффективность функционирования системы обработки информации в обычном (без сбоев) режиме работы, во-вторых, сократить время и повысить результативность процессов восстановления катастрофоустойчивой информационной системы после сбоев, и, в-третьих, обеспечить на заданном уровне безопасность обрабатываемой этой системой информации.

Данная работа была выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (гранты № 05–07–90088, № 05–08–18117, № 06–07–89242), Института системного анализа РАН (проект 2.5), CRDF (проект № RUM2–1554–ST–05).

Литература

1. *Липаев В. В.* Распределение ресурсов в вычислительных системах. М.: Статистика, 1979. С. 20–23.
2. *Соколов Б. В.* Комплексное планирование операций и управление структурами в АСУ активными подвижными объектами. МО, 1992. 232 с.
3. Теория расписаний и вычислительные машины / Под ред. Коффмана Э. Г. М.: Наука, 1984. С. 43–47.
4. *Танаев В. С., Шкурба В. С.* Введение в теорию расписаний / Под ред. Юдина Д. Б. М.: Наука, 1975. 256 с.
5. *Васильев С. Н.* От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Изв. РАН. Сер. Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 5–22.
6. *Соколов Б. В., Юсупов Р. М.* Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Изв. РАН. Сер. Теория и системы управления. 2004. № 6. С. 5–16.
7. *Соколов Б. В., Курносоев А. Н.* Модель и алгоритм оперативного перераспределения функций управления между техническими комплексами // Изв. вузов. Приборостроение. 2000. Т. 43, № 8. С. 66–72.