

3. АЛГОРИТМЫ РАСПИСАНИЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ В ПОТОЧНЫХ СИСТЕМАХ

Кот А.Н., студент гр.374002

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Канах А.В. – старший преподаватель, каф. ЭИ

Аннотация. В работе исследуются алгоритмы расписаний обслуживания требований в поточных системах, их классификация и принципы работы. Анализируется эффективность алгоритмов при динамической нагрузке и ограниченных ресурсах. Рассматриваются классические методы (FIFO, LIFO, SJF, Round Robin) и современные адаптивные подходы, включая ИИ-решения. Приводятся примеры применения в производстве, транспорте и IT. Обсуждаются вызовы: масштабируемость, безопасность, энергоэффективность, а также перспективы интеграции с IoT и распределёнными вычислениями.

Ключевые слова. Алгоритмы расписаний, обслуживание требований, поточные системы, планирование задач, оптимизация производительности, приоритеты задач, многозадачность, динамическое планирование, адаптивные алгоритмы, распределение ресурсов, очереди задач.

Современные поточные системы, используемые в производстве, логистике, телекоммуникациях и IT-инфраструктуре, требуют эффективного управления потоками задач для обеспечения максимальной производительности, что напрямую влияет на экономическую эффективность предприятий. Алгоритмы расписаний обслуживания играют ключевую роль в этом процессе, определяя порядок выполнения задач с учётом их приоритетов, времени обработки и доступности ресурсов [2]. Оптимизация этих процессов позволяет снижать операционные издержки, увеличивать пропускную способность систем и, как следствие, повышать рентабельность бизнеса.

Актуальность исследования обусловлена растущей сложностью поточных систем, где традиционные методы планирования часто оказываются неэффективными, приводя к экономическим потерям из-за простоя оборудования, несвоевременного выполнения заказов или перерасхода ресурсов. Например, в условиях высокой нагрузки или нестабильного поступления требований классические алгоритмы могут вызывать значительные задержки или неоптимальное использование ресурсов [1], что негативно сказывается на себестоимости продукции и конкурентоспособности компании. Это делает необходимым разработку и внедрение более гибких и адаптивных решений, способных динамически реагировать на изменения рыночной конъюнктуры и производственной нагрузки.

Алгоритмы расписаний обслуживания можно классифицировать по следующим критериям, каждый из которых имеет экономические последствия. В первую очередь, это приоритетность планирования, которая включает статические и динамические приоритеты. Статические приоритеты представляют собой фиксированные значения, назначаемые задачам заранее, что упрощает управление, но может приводить к неэффективности при изменении условий. Динамические приоритеты, способные изменяться в процессе работы системы [3], позволяют более гибко распределять ресурсы, максимизируя прибыль или минимизируя убытки в реальном времени.

Что касается стратегий планирования, существует несколько основных подходов, каждый из которых по-разному влияет на экономические показатели. Алгоритм FIFO (First-In-First-Out) является наиболее простым и обеспечивает справедливую обработку задач, однако не учитывает их приоритеты, что может приводить к задержке выполнения высокодоходных заказов. LIFO (Last-In-First-Out) хорошо подходит для стековых структур данных, но может вызывать ситуацию, когда ранние задачи долго ожидают выполнения, увеличивая сроки окупаемости проектов. Алгоритм SJF (Shortest Job First) позволяет минимизировать среднее время ожидания, сокращая тем самым операционные расходы, но требует точного прогнозирования длительности выполнения задач. Round Robin гарантирует равномерное распределение ресурсов, хотя иногда это может снижать общую производительность системы [4] и, как следствие, её экономическую отдачу.

Среди современных оптимизационных подходов можно выделить три основных направления, имеющих значительный экономический потенциал. Эвристические алгоритмы, основанные на практических правилах и накопленном опыте, позволяют быстро находить субоптимальные решения с

приемлемыми затратами. Методы машинного обучения создают адаптивные системы, способные обучаться в процессе работы и выявлять скрытые зависимости между параметрами производства и экономическими результатами. Гибридные решения сочетают в себе преимущества различных подходов, что позволяет достигать более эффективных результатов при меньших инвестициях в инфраструктуру.

Такая классификация дает возможность всесторонне анализировать алгоритмы планирования, учитывая их ключевые характеристики, области применения и экономический эффект. Особого внимания заслуживают адаптивные алгоритмы, которые могут динамически изменять стратегию работы в зависимости от текущей нагрузки и условий выполнения задач, что делает их особенно ценными в сложных и изменяющихся рыночных условиях, где скорость реакции на изменения напрямую влияет на финансовые результаты.

Особый интерес с экономической точки зрения представляют адаптивные алгоритмы, способные изменять стратегию планирования в реальном времени в зависимости от текущей нагрузки. Например, алгоритмы на основе reinforcement learning позволяют системе "учиться" на предыдущем опыте и принимать более эффективные решения, минимизируя затраты и максимизируя выручку. Эти технологии особенно востребованы в условиях цифровой экономики, где способность быстро адаптироваться к изменениям становится ключевым конкурентным преимуществом.

В производственных системах эти алгоритмы играют ключевую роль в оптимизации работы конвейерных линий и технологических процессов, непосредственно влияя на себестоимость продукции. Они позволяют минимизировать простои оборудования, что сокращает амортизационные издержки, рационально распределять производственные задания между рабочими станциями, оптимизируя фонд оплаты труда, и синхронизировать работу различных участков производства, уменьшая затраты на складирование и логистику. Ярким примером успешного применения является автомобильная промышленность, где динамическое планирование помогает эффективно управлять сложными сборочными линиями, учитывая приоритетность заказов, доступность комплектующих и загрузку производственных мощностей [5], что в конечном итоге определяет ценовую конкурентоспособность выпускаемых автомобилей.

В сфере транспорта и логистики алгоритмы расписаний используются для решения задач маршрутизации, управления грузопотоками и оптимизации доставки, оказывая непосредственное влияние на транспортные расходы компаний. Особенно востребованы системы реального времени в городском транспорте, где необходимо оперативно реагировать на изменение пассажиропотока, дорожной ситуации и других факторов, от которых зависит доходность перевозок. Эти алгоритмы позволяют сокращать время ожидания транспорта, повышая удовлетворённость клиентов и лояльность к бренду, оптимизировать графики движения, снижая расход топлива, и минимизировать холостой пробег транспортных средств, что прямо влияет на рентабельность транспортных компаний.

Современные тенденции в развитии алгоритмов планирования открывают новые возможности для их применения и совершенствования с точки зрения экономической эффективности. Интеграция с IoT-устройствами позволяет создавать интеллектуальные производственные и логистические системы нового поколения, способные снижать операционные затраты за счёт предиктивного обслуживания и точного управления ресурсами. Такие системы могут в реальном времени собирать данные с датчиков, анализировать их и автоматически корректировать планы работы оборудования, маршруты транспорта и графики обслуживания, обеспечивая оптимальное соотношение качества услуг и затрат. Это особенно актуально для концепции "умных фабрик" и систем управления городской инфраструктурой, где эффективное использование ресурсов становится критически важным для устойчивого экономического развития.

Использование квантовых вычислений открывает новые горизонты для решения сложных оптимизационных задач планирования, которые ранее требовали значительных вычислительных ресурсов и времени. Квантовые алгоритмы потенциально могут находить оптимальные решения для задач чрезвычайно высокой сложности, с которыми не справляются классические вычислительные системы, что позволит компаниям достигать новых уровней операционной эффективности при меньших затратах на ИТ-инфраструктуру. Это особенно важно для таких капиталоемких областей, как авиаперевозки, где оптимальное планирование рейсов и использования воздушных судов может приносить миллионные прибыли или убытки.

Разработка энергоэффективных алгоритмов для green computing становится все более актуальной в условиях роста энергопотребления дата-центров и вычислительных систем, что напрямую связано с операционными расходами компаний. Современные исследования направлены на создание алгоритмов, которые не только оптимизируют производительность, но и минимизируют

энергозатраты, например, путем интеллектуального управления частотой процессоров и распределения нагрузки между серверами с учетом их энергоэффективности. Это позволяет значительно сокращать затраты на электроэнергию, которые составляют существенную долю в бюджете ИТ-компаний, одновременно снижая углеродный след и улучшая экологическую отчетность организаций.

Эти направления развития открывают новые возможности для создания более интеллектуальных, эффективных и экологичных систем планирования в различных отраслях экономики, способствуя повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции и услуг, и в конечном итоге - росту валового внутреннего продукта. Внедрение современных алгоритмов планирования становится стратегическим инструментом повышения конкурентоспособности как отдельных предприятий, так и национальных экономик в целом.

Проведённое исследование демонстрирует, что современные алгоритмы расписаний обслуживания требований должны сочетать в себе гибкость, адаптивность и способность работать с большими объёмами данных, обеспечивая при этом экономическую эффективность принимаемых решений. Дальнейшее развитие этого направления связано с внедрением технологий искусственного интеллекта и созданием кросс-платформенных решений для различных отраслей промышленности, что позволит компаниям получать дополнительную экономическую выгоду за счёт синергии между различными бизнес-процессами и оптимального использования ограниченных ресурсов в условиях глобальной конкуренции.

Кроме того, следует отметить, что развитие технологий также открывает новые горизонты для внедрения автоматизации в процессы планирования. Автоматизированные системы, способные самостоятельно принимать решения на основе анализа больших данных, могут значительно снизить нагрузку на менеджеров и улучшить скорость реакции на изменения в условиях работы. Это позволяет сократить количество ошибок, связанных с человеческим фактором, что в свою очередь способствует улучшению общего качества работы и снижению рисков для бизнеса. Внедрение таких систем также создает возможности для более глубокого анализа данных и предсказания будущих тенденций, что позволяет компаниям оставаться конкурентоспособными. Таким образом, автоматизация становится неотъемлемой частью стратегического управления, обеспечивая устойчивый рост и развитие бизнеса.

Список использованных источников:

1. Таненбаум Э., Бос Х. *Современные операционные системы*. — 4-е изд. — СПб.: Питер, 2020. — 1120 с. [Классический учебник по операционным системам, включая разделы по алгоритмам планирования]
2. Карпов Ю.Г. *Основы операционных систем*. — СПб.: БХВ-Петербург, 2021. — 848 с. [Учебное пособие по принципам работы операционных систем]
3. Одинцов И.О. *Профессиональное программирование. Системный подход*. — СПб.: БХВ-Петербурга, 2020. — 912 с. [Практическое руководство по системному программированию]
4. Вирт Н. *Алгоритмы и структуры данных*. — М.: Мир, 2019. — 360 с. [Фундаментальный труд по алгоритмам]
5. Кормен Т. и др. *Алгоритмы: построение и анализ*. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2022. — 1328 с