



Информационная среда, являясь независимой от прикладной области, создает основу для решения различных прикладных задач.

### Литература

1. Занин И.В., Шопин А.Г. Интегрированная информационная система обработки технологической информации. //Промышленные АСУ и контроллеры. - 2002. - №8 -С. 15-17
2. Кожевников Д.Г., Воеводин И.Г. Управление организационными и технологическими процессами реконструкции инженерных коммуникаций в информационной сред // Технология и организация строительного производства. -2013. -№ 3 (4) – С. 43-44
3. Лукин В.К., Деркач А.К., Деркач К.Ю., Логинова В.Е. Распределенная информационно-вычислительная среда как инструмент управления процессами модернизации в технологических комплексах в промышленности России // Современные научные исследования: исторический опыт и инновации сборник материалов Международной научно-практической конференции. ответственный редактор И.А.Харитонов. 2015. С. 154-157.
4. Бикчентаев А.А. Поддержка Данных Технологических Процессов В Интегрированной Информационной Среде Предприятия // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 2 (48). С. 9-13.

А.Д. Карян, А.А. Белоусов

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

(Самарский университет)

Динамическое ценообразование является интересной темой для исследователей бизнес сектора, по определению это стратегия выбора цены, которая позволяет бизнесу свободно изменять цену товара или сервисов, исходя из текущих потребностей рынка. Мы рассматриваем проблему управления доходами от одного продукта, где, с учетом первоначальной инвентаризации, целью является динамическая корректировка цен за конечный горизонт продаж для максимизации ожидаемых доходов [1]. Реализованный спрос наблюдается с течением времени, но базовая функциональная связь между ценой и средним уровнем спроса, которая регулирует эти наблюдения (иначе известная как функция спроса или кривая спроса), неизвестна [2]. Мы разрабатываем политики, которые изучают функцию спроса «на лету» и оптимизируют цены на основе этого.

Производительность этих алгоритмов измеряется с точки зрения потери дохода относительно максимальных доходов, которые могут быть извлечены, когда функция спроса известна до начала сезона продаж. Получение низких оценок потери доходов, для любой допустимой политики ценообразования, за-



метно повышают доходы и конкурентоспособность, а алгоритмы их получения достигают потери доходов близкой к нижней границе [3]. Масштабы потерь могут быть истолкованы как экономическая ценность предшествующих знаний о функции спроса, проявляющаяся как потеря доходов из-за неопределенности модели. Интеллектуальное ценообразование в лучшем случае упрочивает «искусство» изобретательской ценовой дискриминации, собирает передовые методы из разных отраслей и обеспечивает выгодный, хотя и менее традиционный, подход к принятию решений о цене.

### Постановка задачи

Динамическое ценообразование - это общая практика, которая применяется в таких сферах бизнеса как недвижимость, путешествия, розничная торговля и многих других. Каждая отрасль использует свой подход к переоценке, основываясь на потребностях и спросе на продукт.

На торговых онлайн площадках, онлайн сервисах, каждый товар представляет собой многомерный вектор параметров, цена товара рассчитывается исходя из линейной комбинации его параметров [4]. Параметры товара могут изменяться со временем, изменение параметров товара приводит к вынужденному перерасчету цены товара. Выполняя последовательный перебор исторических данных, оценок на товар мы можем найти оптимальное значение цены товара и максимизировать прибыль компании.

### Формализация задачи

Решения о ценообразовании часто включают компромисс между получением прибыли в долгосрочной стратегии и получением краткосрочных доходов [5].

Опишем математическую модель, предположим что продавец может продать  $n$  различных продуктов за время  $T$ . В каждый временной промежуток  $t = 1, 2, \dots, T$ , характеристики каждого отдельного продукта могут изменяться  $x_t \in \mathbb{X} \subseteq \mathbb{R}^d$ . В общем случае время  $T$  бесконечно, а  $\mathbb{X}$  ограничено.

Продукт в момент времени  $t$  имеет стоимость  $v_t = v_t(x_t)$ . В каждый момент времени  $t$  продавец может выставить цену  $p_t$ . Если  $p_t \leq v_t$ , то продажи продукта растут и продавец получает прибыль в размере  $p_t$ . Если цена установлена больше, чем рыночная стоимость,  $p_t > v_t$  продажи падают и продавец перестает получать прибыль. Максимизация полученной прибыли - цель данной работы.

Предположим, что рыночная стоимость продукта определяется через линейную функцию ковариантных параметров:

$$v_t(x_t) = \langle \theta_t, x_t \rangle + z_t.$$

Здесь,  $\theta_t$  и  $x_t$  являются  $d$  - мерными, и  $z_t$  - шум, имеющий нормальное распределение. Множество параметров  $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots)$  неизвестно и может изменяться в течение времени. В данной работе основное внимание уделяется изучению множества  $\theta$  и предлагается эффективный алгоритм уменьшения дисперсии параметров множества во времени.



## Программная реализация

Программа реализована в виде не специализированной облачной платформы, которая служит для запуска различных приложений для обработки, хранения данных и их последующей аналитике. Приложения запускаются в порядке установленным пользователем через специальный экран. Работу программы можно представить в виде функциональных блоков (рис 1).

1. UI - предоставляет пользователю возможность редактировать порядок запуска приложений в виде графа, осуществлять поиск, просмотр результата операций, и редактирование операций.
2. Data Management - осуществляет доступ моделям и работе с данными, содержит мета информацию о моделях данных.
3. Data Storage - осуществляет сбор и хранение данных.
4. Workflow Management - работа с графами, выполнение задач, сохранение результатов, кэширование.
5. - запуск программы на выполнение, содержит информацию о среде выполнения, принимает на вход список инструкций на выполнение и выдает результат на выходе.
6. Job Management - осуществляет планирование выполнения задач во времени.

Ключевое место в программе играют сценарии. Пользователь описывает сценарий выполнения job, и работу с данными, они вносят в систему информацию о той предметной области с которой работает пользователь. Далее через UI пользователь может настроить цепочки выполнения сценариев, и запустить граф на выполнение. Каждый сценарий имеет доступ к файловому хранилищу, где он может хранить или доставать данные. Граф сценариев можно перезапускать, тем самым проводить эксперимент несколько раз, и тем самым наблюдать изменение результата во времени.

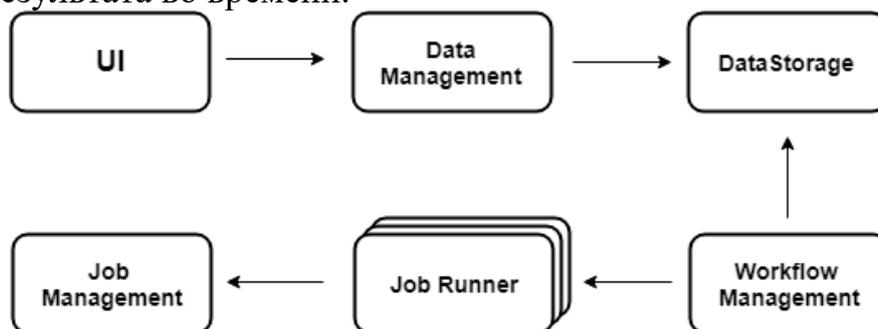


Рис. 1. Диаграмма функциональных блоков

Интерфейс программы (рис. 2) реализован с помощью веб технологий JavaScript, HTML5, CSS с использованием библиотек Vue.js, Webpack, Less, Post-Css.

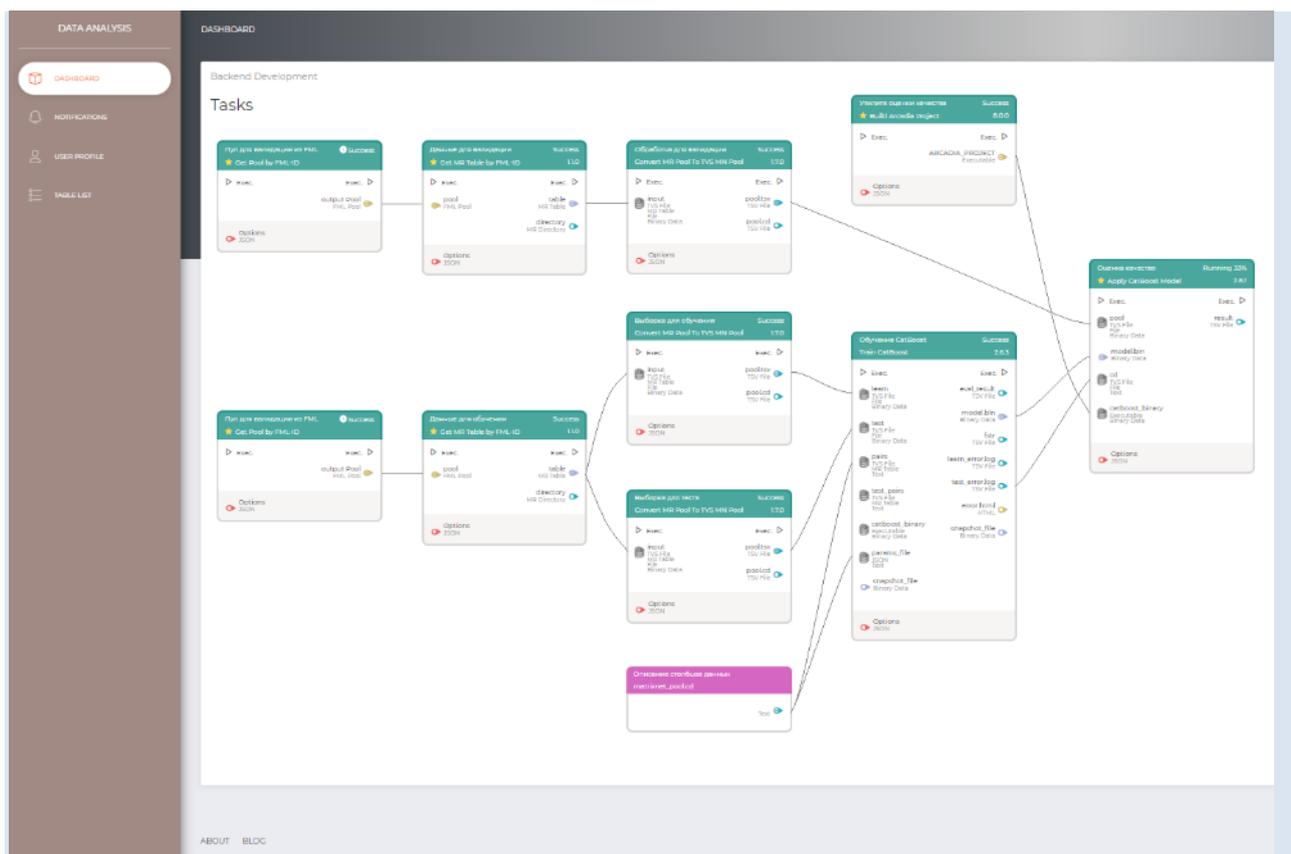


Рис. 2. Интерфейс программы

### Литература

[1] Omar Besbes and Assaf Zeevi. Dynamic pricing without knowing the demand function: risk bounds and near-optimal algorithms. *Operations Research*, 57:1407–1420, 2009.

[2] Josef Broder and Paat Rusmevichientong. Dynamic pricing under a general parametric choice model. *Operations Research*, 60(4):965–980, 2012.

[3] Maxime C Cohen, Ilan Lobel, and Renato Paes Leme. Feature-based dynamic pricing. *ACM Conference on Economics and Computation*, 2016.

[4] Vivek F Farias and Benjamin Van Roy. Dynamic pricing with a prior on market response. *Operations Research*, 58(1):16–29, 2010.

[5] Eric C. Hall and Rebecca M. Willett. Online convex optimization in dynamic environments. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 9(4):647–662, June 2015.