

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу обучающегося СПбГУ
Бакутеева Антона Николаевича
по теме «Приложения теории игр к системам водоснабжения»

Выпускная квалификационная работа посвящена изучению двух прикладных задач, возникающих в системах водоснабжения: минимизации высоты пика водопотребления и прогнозу потребления воды для неавтоматизированных приборов учета. В частности, решение данных задач является важным для компаний «Водоканал Санкт-Петербурга» и Siemens, в сотрудничестве с которыми была выполнена данная работа.

Для минимизации высоты пика потребления в работе предлагается теоретико-игровая модель, где игроки – потребители и водоснабжающая компания. При этом стратегии потребителей – это их расписания запуска приборов, а стратегия водоснабжающей компании – тариф, зависящий от времени дня. Для данной модели сформулирована оптимизационная задача, основной сложностью которой является нелинейность, разрывность и экспоненциальный рост мощности множества стратегий относительно частоты дискретизации времени, что делает невозможным ее решение с помощью стандартных методов. Основным математическим результатом работы по данной теме является решение оптимизационной задачи в важном частном случае, и предложенный эвристический алгоритм для общего случая, эффективность которого оценивается с помощью компьютерного моделирования. Работа основывается на исследованиях в области «умных сетей» электроснабжения (smartgrids), ссылки на которые приведены в полном объеме, но рассматриваемая постановка задачи для минимизации пика со стороны водоснабжающего предприятия и соответствующее решение являются новыми.

Вторая часть работы посвящена прогнозу потребления для неавтоматизированных приборов учета (ПУ) воды по имеющимся данным о доме, в котором расположен ПУ, показаниям ручного ввода и показаниям других автоматизированных ПУ. В работе рассматриваются различные методы машинного обучения, а также их композиции. Эффективность методов сравнивается с эталонным методом. Сложность задачи состоит в минимальном количестве исторических данных, которые к тому же представлены в агрегированном виде, что делает невозможным применение стандартных моделей прогнозирования временных рядов. Основным математическим результатом работы являются разработанные модели прогноза, которые позволяют повысить точность прогноза на 8% по сравнению с эталонным методом. Новизна задачи состоит в специфике имеющихся данных.

Работа имеет четкую структуру, важные аспекты снабжены иллюстрациями и развернутыми пояснениями. Тема работы раскрыта полностью. Содержание ВКР соответствует заявленной теме, кроме того приведены дополнительные исследования, выходящие за рамки теории игр, но позволяющие рассмотреть проблемы систем водоснабжения с разных сторон. Работа написана на доступном и математически грамотном языке с использованием современной литературы. Компьютерные вычисления производятся с помощью современных и популярных фреймворков. В качестве замечания можно отметить неполное описание связи между двумя поставленными проблемами минимизации пика и прогнозирования. Однако этот недостаток не умаляет важности полученных решений и проведенных исследований.

Данная выпускная квалификационная работа соответствует предъявленным к ВКР требованиям, имеет теоретическую и практическую ценность, и заслуживает оценки «отлично».

кандидат физико-математических наук,
младший научный сотрудник,
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт прикладных
математических исследований
Карельского научного центра
Российской академии наук

Кондратьев А.Ю.

11 мая 2017 