

*Поцулин Антон Дмитриевич*<sup>1</sup>,  
магистрант;  
*Сергеева Ирина Григорьевна*<sup>2</sup>,  
д-р экон. наук, профессор

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ ПОСТАВЩИКОВ

<sup>1,2</sup> Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия,  
<sup>1</sup> anton.potsulin@yandex.ru, <sup>2</sup> igsergeeva@gmail.com

**Аннотация.** В работе исследована проблема влияния субъективного фактора на выбор поставщика. Для принятия объективного решения по выбору поставщика предлагается использовать модели машинного обучения. За счёт использования моделей машинного обучения оценка поставщиков формируется исходя из анализа результатов их деятельности и тем самым минимизируется влияние субъективного фактора. Решение, основанное на конкретных предикторах, будет являться результатом конечной оценки (откликом) поставщика.

**Ключевые слова:** управление закупками, оценка поставщиков, методика оценки поставщиков, критерии выбора, система менеджмента качества, машинное обучение, цифровизация процессов.

*Anton D. Potsulin*<sup>1</sup>,  
Master Student;  
*Irina G. Sergeeva*<sup>2</sup>,  
Doctor of Economics, Professor

## THE USE OF MACHINE LEARNING MODELS IN THE EVALUATION OF SUPPLIERS

<sup>1,2</sup> ITMO University, St. Petersburg, Russia,  
<sup>1</sup> anton.potsulin@yandex.ru, <sup>2</sup> igsergeeva@gmail.com

**Abstract.** The paper investigates the impact of the subjective factor on the choice of the supplier. To make an objective solution on choosing a supplier, it is proposed to use machine learning models. By using machine learning models, the assessment of suppliers is formed based on the analysis of the results of their activities, and thereby the influence of the subjective factor is minimized. The decision based on specific predictors will be the result of the final assessment (response) of the supplier.

**Keywords:** procurement management, evaluation of suppliers, supplier assessment methodology, selection criteria, quality management system, machine learning, digitalization of processes.

## **1. Введение**

Управление закупками является важной составной частью производственной цепи. Данный процесс занимает одно из первых мест среди расходов компании и ставит своей целью удовлетворение потребностей производства путём приобретения материально-технических ценностей необходимого качества с минимальными затратами. Нахождение наиболее приемлемых способов приобретения и поставки продукции является одним из значимых условий повышения конкурентоспособности организации.

Одной из главных проблем, возникающих при закупке товаров, является выбор поставщиков. На современном рынке функционирует большое количество поставщиков, производящих подобную продукцию, поэтому особенно актуально решение проблемы их идентификации, оценки и выбора.

Важность решения данной проблемы определяется тем, что поставщик должен быть надежным партнером для организации-потребителя, производить поставки точно в срок, а поставляемая им продукция соответствовать требованиям качества и безопасности при разумном соотношении цены и качества [1].

Проведение оценки поставщиков и мониторинга результатов их деятельности являются обязательными условиями для внедрения и поддержания систем менеджмента качества и безопасности пищевой продукции в организации. Следовательно, организациям, демонстрирующим эффективные методы управления для получения ряда преимуществ в конкурентной борьбе, в том числе при участии в различных тендерах, необходимо определить и применять на практике критерии оценки и выбора внешних поставщиков.

## **2. Использование моделей машинного обучения при проведении оценки поставщиков**

### **2.1. Постановка задачи**

Отбор поставщиков состоит из двух частей: определение весовых коэффициентов критериев и ранжирование поставщиков.

Методика ранжирования поставщиков с учетом их качественных характеристик, на сегодняшний день, не регламентирована. Преимущественно на практике используется метод рейтинговых оценок, как наиболее простой и удобный в воспроизведении. Обычно процесс оценивания поставщиков требует вынесения экспертных оценок специалистами нескольких подразделений предприятия. Данный процесс несет определенные риски, связанные с влиянием человеческого фактора [1].

В настоящее время происходит интенсивная цифровизация процессов, связанных с деятельностью предприятий, и закупочная деятельность не является исключением. Цифровые технологии способствуют форми-

рованию «гибкого» производства, способного менять характеристики производственного процесса, методы управления, учитывать меняющиеся потребности потребителя, тем самым создавая конкурентные преимущества [2].

Распространение технологий больших данных и искусственного интеллекта побудило многих исследователей рассмотреть их применение в таких аспектах исследования операций, как управление рисками цепочки поставок и выбор поставщиков. Следовательно, все больше и больше менеджеров по закупкам склоняются к тому, чтобы рассматривать применение методов искусственного интеллекта в процессах выбора поставщиков.

Использование методов машинного обучения в управлении закупками стало объектом исследования ряда ученых. В частности, A. Abdulla, G. Varyannis и I. Badi описали и применили модель машинного обучения для наиболее подходящего поставщика. Набор данных для машинного обучения взят из практики деятельности двух нефтегазовых компаний Ливии: Sri Oil и Lifeco [3]. R. Harikrishnakumar, A. Dand, S. Nannapaneni и K. Krishnan опубликовали алгоритмы контролируемого обучения (классификации), которые применяются для задачи оценки поставщиков, где модель обучается на основе предыдущих исторических данных, а затем тестируется на новом наборе [4]. Перечисленными выше авторами были разработаны модели, способные проводить оценку поставщиков и ранжировать их с учетом их качественных характеристик.

В рамках работы проведено исследование, заключающееся в обосновании возможности использования методов машинного обучения при оценивании поставщиков.

Целью исследования является нахождение и интерпретация доли верных оценок привлекательности поставщиков, полученных с использованием методов машинного обучения.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- сформировать выборку;
- обучить и протестировать модели оценки поставщиков;
- сделать выводы о целесообразности применения машинного обучения в решении задачи оценки поставщиков.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии темы применения моделей машинного обучения в решении проблем в части управления закупками. Практическая значимость исследования сводится к возможности использования, примененной в работе методики исследования для оценки поставщиков.

По своей сути оценка поставщика заключается в том, чтобы классифицировать его, как привлекательную организацию, способную производить поставки точно в срок при условии, что поставляемая продукция

соответствует требованиям качества и безопасности, или же, как непривлекательную организацию.

В рамках решения задач классификации методами машинного обучения используются классификаторы, которые в свою очередь обучаются на наборе заранее подготовленных данных (атрибутах и присвоенных им классах), после чего классификатор может назначать классы новым объектам [6].

Для реализации приведенных выше методик необходимо получение входного набора данных по большому количеству объектов. Так, для обучения модели необходима аналитика прошлых результатов деятельности большого числа организаций. При этом данный набор должен содержать оценки по ряду критериев. Следовательно, на первом шаге необходимо выявить наиболее значимые критерии оценки поставщиков. Критерии отбора поставщиков, как правило, сильно зависят от отдельных отраслей и компаний, поскольку разные компании имеют разные стратегии управления, корпоративную культуру и конкурентоспособность.

В процессе оценки поставщиков возникает конфликт количественных и качественных критериев. Например, такие критерии, как качество поставляемой продукции, стоимость и сроки поставки являются количественными, а репутация поставщика и условия платежа – качественными. Для перевода качественных критериев в количественные используют балльно-рейтинговую систему оценки.

## **2.2. Проведение исследования**

Авторами статьи проведено исследование на наборе данных. Источниками данных для исследования стала открытая информация, опубликованная на сайте Россельхознадзора, а также взятая из каталогов производителей мясной продукции. За критерии приняты следующие показатели: стоимость продукции, качество продукции, срок доставки, наличие реакций на отзывы.

Основные этапы исследования:

1. Нахождение и извлечение из источников открытого доступа выборки для обучения моделей. В качестве атрибутов были приняты данные лабораторного контроля, размещённые на сайте Россельхознадзора, цены, представленные в каталогах производителей мясной продукции, отзывы потребителей и ответы на них, проанализированы сайты поставщиков с целью выявления срока доставки продукции.

2. Работа с данными для приведения их в форму, пригодную для использования. Перечисленные выше данные были соединены в единую таблицу с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel.

3. Формирование обучающей выборки из полученного на предыдущем этапе набора. В качестве выборки из таблицы извлечены данные по

78 предполагаемым поставщикам. На основе оценок по критериям, каждому поставщику присвоен статус: 1 – привлекательный для сотрудничества, 0 – непривлекательный. Статус присвоен согласно ранжированному списку критериев по степени важности, представленному в работе [1].

4. Преобразование таблицы Excel в CSV файл и выгрузка данных в Microsoft Azure Learning Studio.

5. Разделение выборки случайным образом с помощью блока Split Data на тренировочную и тестовую части в отношении 80/20. Тестовая выборка использовалась на следующем шаге для проверки точности классификации.

6. Обучение выборки с помощью модели дерева принятия решений (decision trees).

7. Построение дерева решений (рис. 1).

После обучения модели она будет способна с той или иной степенью точности классифицировать организацию-поставщика по данным критериям, как привлекательную или нет.

Организации, заинтересованные в использовании методик машинного обучения с целью оценки и выбора надёжного партнёра, могут использовать не только данные, представленные в открытом доступе, но и собственные базы данных поставщиков.

Использование методов машинного обучения для оценки и выбора поставщиков возможно для организаций любого типа. На сегодняшний день большое количество информации о предприятиях уже находится в открытом доступе, что может быть использовано для создания классификаторов, оценивающих поставщиков.

### **Заключение**

В работе было проведено исследование с целью обоснования возможности использования методов машинного обучения при оценке поставщиков. Построено дерево принятия решений, с помощью которого модель будет классифицировать поставщика, как привлекательного или непривлекательного.

Предложенная модель оценки полностью соответствует принципу системы менеджмента качества «Принятие решений, основанное на свидетельствах», изложенному в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015.

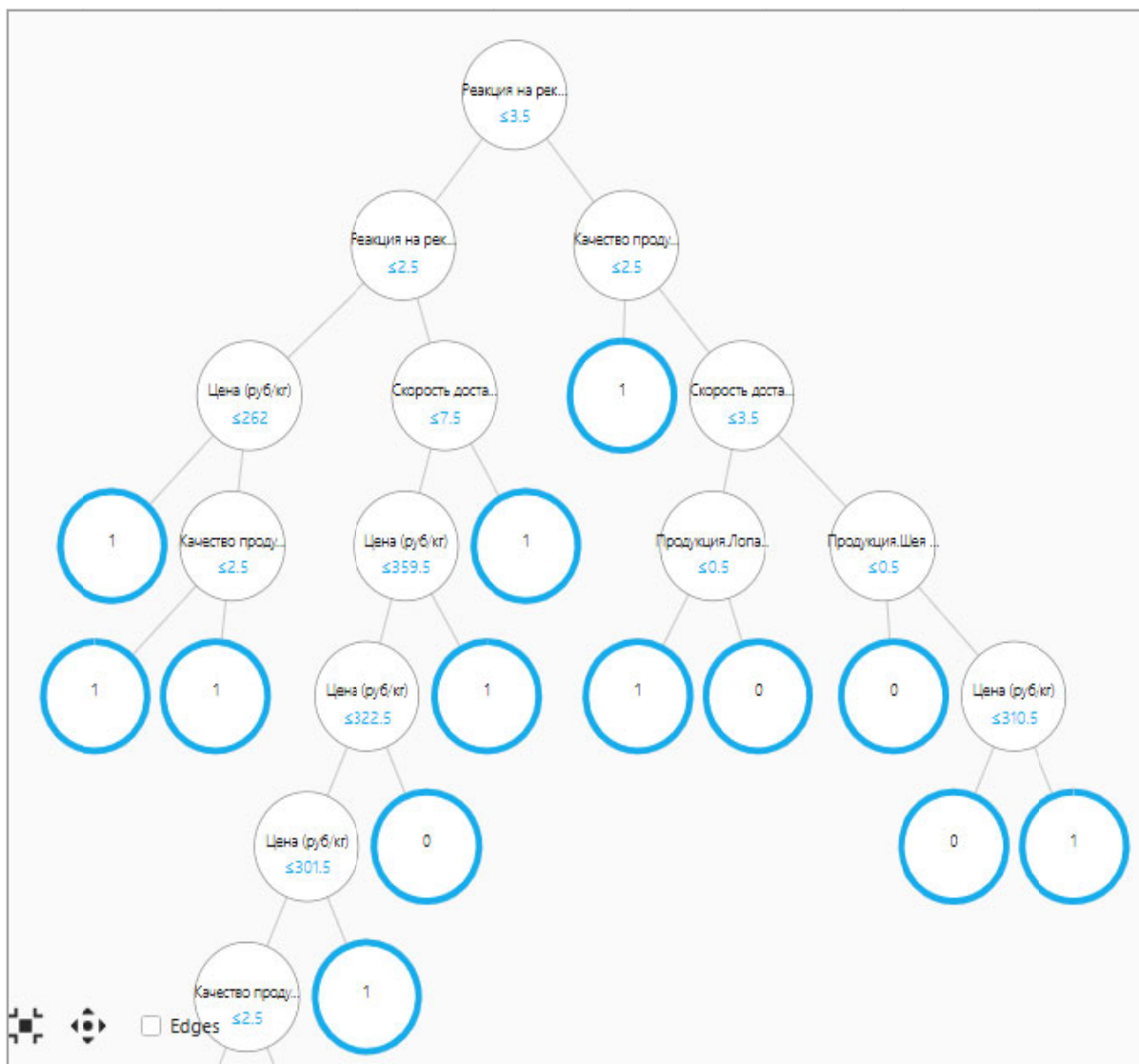


Рис. 1. Фрагмент дерева решений

### Список литературы

1. Сергеева И.Г., Поцулин А.Д. Совершенствование системы выбора и оценки поставщиков товаров // Modern Economy Success. 2019. № 6. С. 194–198.

2. Поцулин А.Д. Применение цифровых технологий в процессе выбора поставщиков продукции. [Электронный ресурс] // Сборник тезисов докладов молодых учёных. Электронное издание. 2020. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/3374> (дата обращения: 11.05.2020).

3. Abdulla A., Baryannis G., Badi I. Weighting the key features affecting supplier selection using machine learning techniques // Proceedings of the 7th International conference on Transport and Logistics. 2019. DOI: 10.20944/preprints201912.0154.v.

4. Harikrishnakumar R., Dand A., Nannapaneni S., Krishnan K. Supervised Machine Learning Approach for Effective Supplier Classification // 18th IEEE International Conference On Machine Learning And Applications (ICMLA). 2020. DOI: 10.1109/ICMLA.2019.00045.

5. Краснянский М.Н., Обухов А.Д., Соломатина Е.М., Воякина А.А. Сравнительный анализ методов машинного обучения для решения задачи классификации документов научно-образовательного учреждения // Вестник Воронежского государственного университета. 2018. № 3. С. 173–182.

6. Баклушинский В.В., Пустынникова Е.В. Машинное обучение как инструмент корпорации для выбора поставщиков // Вестник университета. 2019. № 9. С. 48–53. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-9-48-53.

УДК 65.018

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-210

*Гурылев Олег Александрович*<sup>1</sup>,  
аспирант;

*Черненькая Людмила Васильевна*<sup>2</sup>,  
д-р техн. наук, профессор, профессор ВШ КФСИУ ИКНТ

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТГРУЗОЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

<sup>1,2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Россия,

<sup>1</sup>gurylev.o.a@gmail.com, <sup>2</sup>ludmila@qmd.spbstu.ru

**Аннотация.** Рассматривается процесс разработки модуля оперативного учета для информационной системы производственного предприятия.

Сокращение оборота физических копий отчетной документации положительно сказывается на динамике делопроизводства. Одним из вариантов реализации данного требования является внедрение на производственном предприятии системы терминалов, расположенных непосредственно на рабочих местах. В частности, рассматривается работа отдела готовой продукции и склада.

**Ключевые слова:** готовая продукция, терминальный доступ, ресурсы, оптимизация, производство, отчетность.

*Oleg A. Gurylev*<sup>1</sup>,

Postgraduate Student;

*Liudmila V. Chernenkaya*<sup>2</sup>,

Doctor of Technical Science, Professor

## **DEVELOPMENT OF A MODULE FOR FORMING OF SHIPPING DOCUMENTATION AT A MANUFACTURING ENTERPRISE**

<sup>1,2</sup> Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russia,

<sup>1</sup>gurylev.o.a@gmail.com, <sup>2</sup>ludmila@qmd.spbstu.ru