

КОЗЛОВ Д. М., КУДРЯШОВА О. М.
ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА РАБОТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ООО «ЛУКОЙЛ-УНП» НА ОСНОВЕ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ KASPERSKY MLAD

УДК 658.58:004.89:622.692.4, ГРНТИ 50.47.29

Предиктивная аналитика работы
динамического оборудования
ООО «Лукойл-УНП» на основе
программного обеспечения
Kaspersky Mlad

Predictive analytics of the operation
of dynamic equipment of Lukoil
UNP LLC based on Kaspersky
Junior software

Д.М. Козлов¹, О.М. Кудряшова²

D.M. Kozlov¹, O.M. Kudryashova²

¹ ООО «ЛУКОЙЛ-
Ухтанефтепереработка», г. Ухта;
² Ухтинский государственный
технический университет, г. Ухта

¹ LLC "LUKOIL-
Ukhtaneftepererabotka", Ukhta;
² Ukhtinskiy gosudarstvennyy
tekhnicheskiy universitet, Ukhta

Данная статья посвящена краткому описанию ООО «ЛУКОЙЛ-УНП» и использованию на площадке Общества программного обеспечения Kaspersky MLAD для предиктивной аналитики работы динамического оборудования.

This article is devoted to a brief description of LUKOIL-UNP LLC and the use of Kaspersky MLAD software for predictive analytics of dynamic equipment operation at the Company's site.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, машинное обучение, нефтепереработка, обнаружение аномалий, технологическое оборудование

Keywords: predictive analytics, machine learning, oil refining, anomaly detection, process equipment

Введение

Российская Федерация является одним из мировых лидеров по добыче и производству нефти. На территории государства действует свыше 50 предприятий, основными задачами которых является нефтехимия и нефтепереработка. Одним из таких предприятий является ООО «ЛУКОЙЛ-УНП», занимающееся подготовкой нефти к переработке, первичной и вторичной переработкой нефти, а также очисткой нефтепродуктов. Производственная часть Общества состоит из двух производств: производства по переработке нефти и нефтепродуктов (ППН), а также товарно-сырьевого производства и энергообеспечения (ТСПиЭ). Современные подходы к обслуживанию и диагностике такого сложного оборудования требуют внедрения интеллектуальных систем мониторинга [1, 2]. Традиционные методы диагностики [3] все чаще дополняются и вытесняются решениями на основе

машинного обучения и предиктивной аналитики [4, 5], которые позволяют выявлять аномалии на ранних стадиях. Актуальность внедрения подобных систем подтверждается исследованиями в области нейросетевых технологий для мониторинга энергетического оборудования [6], диагностики отказов с помощью искусственного интеллекта [7] и разработки алгоритмов определения аномальной работы [8]. Особое значение имеют системы, способные обнаруживать инциденты в режиме, близком к реальному времени [9], а также обеспечивать информационную безопасность киберфизических объектов [10]. Внедрение предиктивной аналитики рассматривается как ключевой фактор повышения эффективности и безопасности в нефтегазовой отрасли [11], что подтверждается и опытом автоматизированного контроля состояния техники [12]. Данная работа посвящена описанию практического опыта внедрения системы предиктивного анализа на основе машинного обучения Kaspersky MLAD на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-УНП».

Описание технологического оборудования

В состав ППНН входят:

- комплекс технологических установок первичной переработки нефти (КТУ ППН: установка АТ-1 с блоками ЭЛОУ, отбензинивания обессоленной нефти, атмосферной перегонки, стабилизации фракции НК-180 и узлом производства бутана технического);
- комплекс технологических установок переработки тяжелого сырья (КТУ ПТС: установка АВТ с блоками ЭЛОУ, отбензинивания обессоленной нефти, атмосферной перегонки, стабилизации фракции НК-180 и узлом производства бутана технического);
- комплекс технологических установок производства автобензинов (КТУ ПА: установка каталитического риформинга 35-11/300-95 с блоком изомеризации бензиновых фракций и блоками гидроочистки, отпарки гидрогенизата, подготовки гидрогенизата, риформинга, стабилизации деизопентанизации, производства азота и водородное хозяйство);
- комплекс технологических установок производства дизельного топлива (КТУ ПДТ: установка ГДС-850 с блоками циркуляционных и дожимных компрессоров, реакторный, стабилизации нестабильного гидрогенизата и очистки газов, регенерации насыщенного раствора МДЭА, производства серы с узлом очистки хвостовых газов, концентрирования водородосодержащего газа, струйно-абсорбционной установки, резервуарного парка установки, пункта отгрузки серы и печи сжигания аварийных сбросов с факельным коллектором).

В состав ТСПиЭ входят:

- участок приема, хранения нефти и приготовления товарной продукции (участок ПХН и ПТП);
- участок по отгрузке нефтепродуктов (участок ПОН);
- участок автоналива;
- участок механических очистных сооружений (участок МОС);

- участок биологических очистных сооружений (участок БОС);
- участок энергоснабжения.

На всех перечисленных установках используется многочисленное оборудование, а именно:

- резервуары;
- генераторы;
- фильтры;
- инсинераторы;
- нагреватели жидкости и газа;
- факельные системы;
- трубы;
- газовые компрессоры;
- теплообменники;
- газоанализаторы и т.д.

Внедряемая система предиктивной аналитики

На помощь операторам и инженерно-технологическим работникам установок ООО «ЛУКОЙЛ-УНП» реализована предиктивная аналитика обнаружения аномалий в работе оборудования на основе Kaspersky Machine Learning for Anomaly Detection – система, использующая методы машинного обучения для мониторинга за показателями объекта и выявления отклонений в работе оборудования до того, как эти отклонения станут представлять угрозу для производственного процесса.

Данное программное обеспечение может:

- обнаружить некорректную работу оборудования и предотвратить опасную ситуацию на ранних этапах;
- выявлять нестандартные действия работников и таким образом поможет раскрыть саботаж на предприятии;
- повысить эффективность технологических процессов посредством выявления и устранения сбоев;
- выявлять атаки злоумышленников, скрытно воздействующие на оборудование для выведения его из строя.

Kaspersky MLAD для работы использует следующие технологии:

- предиктивный детектор (предсказывает текущие значения параметров объекта, после чего сравнивается с фактически наблюдаемым поведением, работа предиктивного детектора представлена на Рисунке 1);
- диагностические правила (используется для выявления аномалий, причины возникновения которых заранее известны);
- эллиптические конверты (совокупность тегов, включенных в ML-модель, в каждый конкретный момент времени описывает состояние объекта мониторинга, и наблюдаемые состояния имеют нормальное распределение в фазовом пространстве)

– потоковый процессор (приводит данные, поступающие от объекта наблюдения в реальном времени, к равно-интервальной временной сетке, необходимой для работы предиктивных детекторов и диагностических правил.

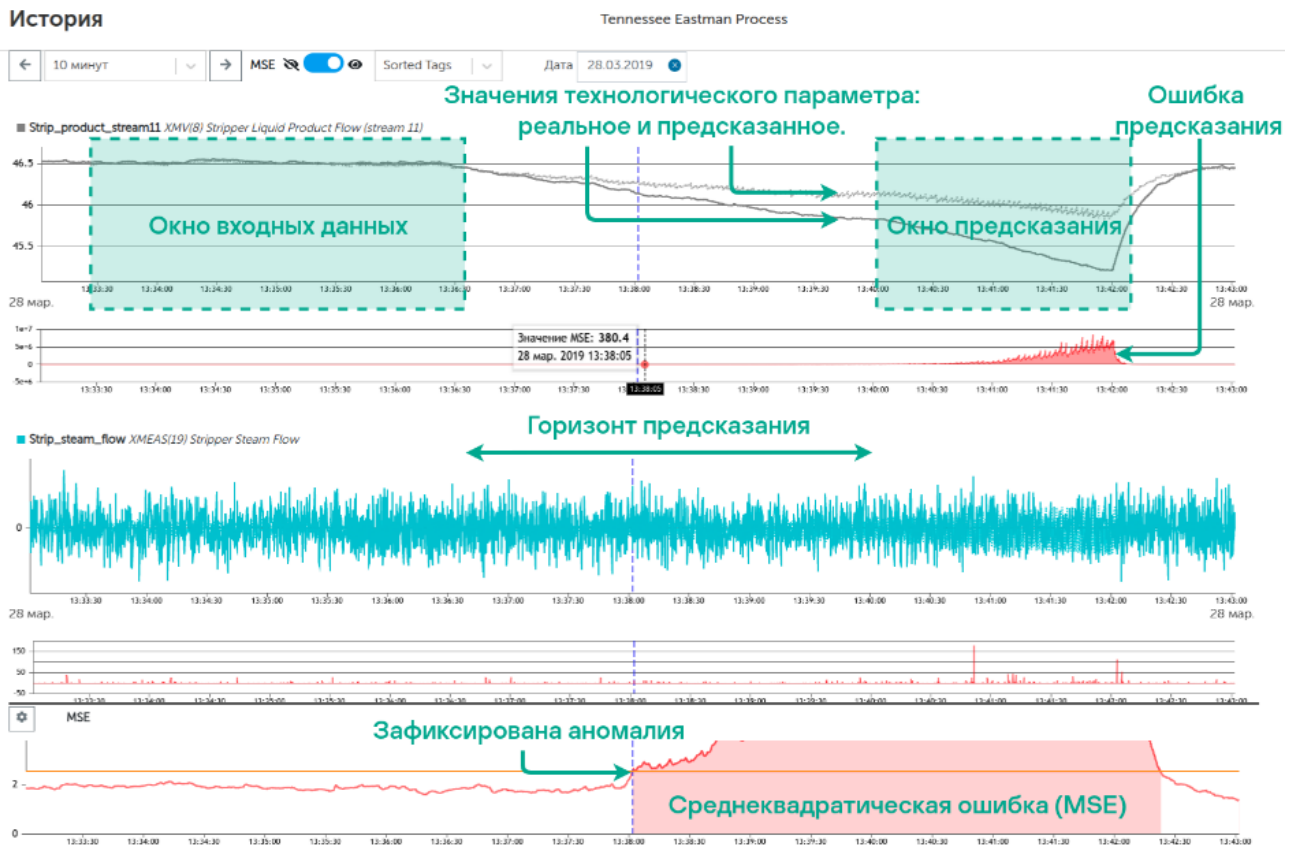


Рисунок 1. Работа предиктивного детектора

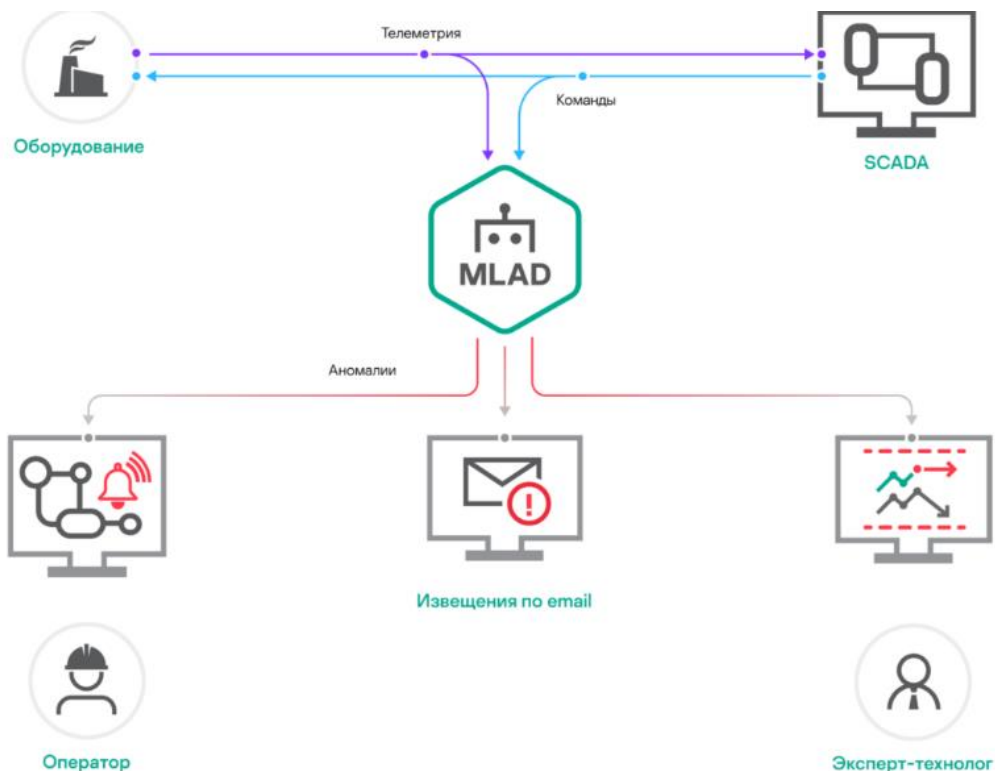


Рисунок 2. Схема передачи данных при интеграции MLAD

Внедряемая система не вмешивается в контур управления и в передачу данных, не требуется вносить изменения в оборудование или техпроцесс (Рисунок 2).

Практические результаты внедрения

На текущий момент построены ML-модели по всему динамическому оборудованию установки 35-11/300-95 с использованием предиктивных элементов и эллиптических конвертов. В результате анализа была выявлена проблема с недостаточным изменением температуры на маслобаке ЦК-1 вместе с температурами в редукторе и после холодильника: в нормальном режиме работы эти показатели изменяются прямо пропорционально на определенные значения. Аномальное состояние отображается в виде квадрата на нижнем графике (Рисунок 3).

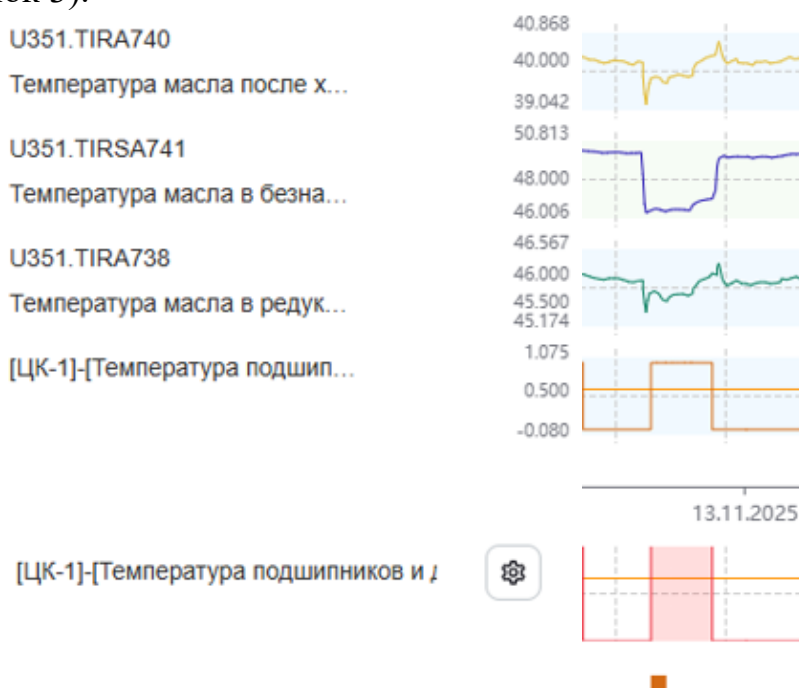


Рисунок 3. Результат анализа температура масла на ЦК-1

Для дальнейшего развития системы необходимо настроить ML-модели для оборудования КТУ ППН, КТУ ПТС, КТУ ПДТ, БИБФ КТУ ПА, участка энергоснабжения ТСПиЭ.

Заключение

Внедрение системы предиктивной аналитики на основе машинного обучения на предприятии «ЛУКОЙЛ-УНП» доказало свою эффективность для раннего обнаружения аномалий в работе сложного технологического оборудования. Успешная реализация на установке каталитического риформинга подтвердила потенциал системы для предотвращения инцидентов и оптимизации процессов. Дальнейшее развитие проекта, предусматривающее расширение моделирования на другие ключевые производственные комплексы, позволит существенно повысить общую надежность и безопасность нефтеперерабатывающего производства.

Список использованных источников и литературы:

1. Ванин В.С. Диагностика, ремонт, монтаж, сервисное обслуживание оборудования: учебное пособие для вузов / В.С. Ванин, В.А. Данилов. – Орел: ОрелГТУ, 2010. – 135 с.
2. Автоматизация процессов нефтепереработки: учебное пособие для вузов / Ермоленко А. Д., Кашин О. Н., Лисицын Н. В. [и др.]; под общ. ред. д.т.н., проф. В. Г. Харазова. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. – 303 с.
3. Платонов, А.В. Машинное обучение: учебное пособие для вузов / А.В. Платонов. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 89 с.
4. Использование предиктивной аналитики в обслуживании насосного оборудования на НПЗ / Рыбаков А.К. // Бурение и нефть. – 2023. – № 7-8. – С. 32-33.
5. Предиктивная аналитика: нефтегазовая промышленность, энергетика, далее – везде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/596903/> (дата обращения 12.11.2025).
6. Системы мониторинга и диагностики энергетического оборудования с применением нейросетевых технологий / Ивановский А.А., Балашенко Н.Г., Карелин В.С. // Энергетик. – 2023. – № 12. – С. 19-22.
7. Диагностика отказов технологического оборудования химических производств с помощью искусственного интеллекта / Зубов Д.В., Лебедев Д.А. // Программные системы и вычислительные методы. – 2024. – № 2. – С. 30-40.
8. Алгоритм определения аномальной работы технологического оборудования / Кечиков Р.А., Канева О.Н. // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2023. – Т. 10. – № 4. – С. 31-41.
9. Система событийного мониторинга для автоматизированного обнаружения инцидентов / Космачева И.М., Кучин И.Ю., Давидюк Н.В., Руденко М.Ф., Лобейко В.И., Сибикина И.В. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2023. – № 3. – С. 76-86.
10. Система обнаружения аномалий состояния киберфизических объектов в задаче обеспечения информационной безопасности / Атарская Е.А., Вульфин А.М., Узбекова Л.Я. // Молодежный вестник УГАТУ. – 2023. – № 1 (27). – С. 15-21.
11. Система мониторинга и анализа расчетных сценариев МАРС / Лознюк О.А., Мартынов А.В., Усачев В.Д. // Нефтяное хозяйство. – 2022. – № 11. – С. 42-46.
12. Автоматизированный контроль состояния техники с использованием машинного обучения / Матвейчук Н.М., Маргун А.А. // Математические методы в технологиях и технике. – 2022. – № 12-1. – С. 11-16.
13. Kaspersky Machine Learning for Anomaly Detection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mlad.kaspersky.ru/> (дата обращения 12.11.2025).
14. Веревкин А.П. Предиктивная аналитика. Курс лекций: учебное пособие для вузов / Веревкин А.Р., Кирюшин О.В., Васильев В.И. – Уфа: УГНТУ, 2021. – 86 с.

List of references

1. V. S. Vanin and V. A. Danilov, *Diagnostics, Repair, Installation, Maintenance of Equipment: Textbook for Universities*. Orel, Russia: Orel State Technical University, 2010.
2. A. D. Ermolenko, O. N. Kashin, N. V. Lisitsyn et al., *Automation of Oil Refining Processes: Textbook for Universities*, V. G. Kharazova, Ed. St. Petersburg, Russia: Profession, 2012.
3. A. V. Platonov, *Machine Learning: Textbook for Universities*, 2nd ed. Moscow, Russia: Yurayt Publishing House, 2025.
4. A. K. Rybakov, "The use of predictive analytics in the maintenance of pumping equipment at oil refineries," *Drilling and Oil*, no. 7-8, pp. 32–33, Jul.-Aug. 2023.
5. "Predictive analytics: oil and gas industry, energy, then everywhere," *Habr*. Accessed: Nov. 12, 2025. [Online]. Available: <https://habr.com/ru/articles/596903/>
6. A. A. Ivanovskii, N. G. Balashenko, and V. S. Karelin, "Systems for monitoring and diagnosing power equipment using neural network technologies," *Power Engineer*, no. 12, pp. 19–22, Dec. 2023.
7. D. V. Zubov and D. A. Lebedev, "Diagnostics of failures of chemical process equipment using artificial intelligence," *Software Systems and Computational Methods*, no. 2, pp. 30–40, 2024.
8. R. A. Kechikov and O. N. Kaneva, "Algorithm for determining abnormal operation of process equipment," *Applied Mathematics and Fundamental Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 31–41, 2023.
9. M. Kosmacheva, I. Yu. Kuchin, N. V. Davidyuk, M. F. Rudenko, V. I. Lobeiko, and I. V. Sibikina, "Event monitoring system for automated incident detection," *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Engineering and Informatics*, no. 3, pp. 76–86, 2023.
10. E. A. Atarskaya, A. M. Vul'fin, and L. Ya. Uzbekova, "Anomaly detection system for the state of cyber-physical objects in the task of ensuring information security," *Youth Bulletin of Ufa State Aviation Technical University*, no. 1(27), pp. 15–21, 2023.
11. O. A. Loznyuk, A. V. Martynov, and V. D. Usachev, "MARS monitoring and analysis system for calculation scenarios," *Oil Industry*, no. 11, pp. 42–46, Nov. 2022.
12. N. M. Matveichuk and A. A. Margun, "Automated condition monitoring of equipment using machine learning," *Mathematical Methods in Technologies and Engineering*, no. 12-1, pp. 11–16, 2022.
13. "Kaspersky Machine Learning for Anomaly Detection," *Kaspersky*. Accessed: Nov. 12, 2025. [Online]. Available: <https://mlad.kaspersky.ru/>
14. P. Verevkin, O. V. Kiryushin, and V. I. Vasilyev, *Predictive Analytics: Course of Lectures: Textbook for Universities*. Ufa, Russia: USPTU, 2021.