

Прогнозирование состояния технологического процесса

Андрей Бриллиантов

Для прогнозирования состояния технологического процесса была предложена система с использованием искусственных нейронных сетей и алгоритма машинного обучения Random Forest. Были рассмотрены этапы системы прогнозирования на примере работы и настройки системы прогнозирования технологического процесса. Обучающая выборка состоит только из значений нормальной работы. Появление сигнала о критическом состоянии процесса зависит от отклонения прогнозного сигнала и фактического.

Введение

Основную роль на производстве занимают технологические процессы, отвечающие за изменение форм, размеров, физико-химических и других свойств продукции. В условиях крупносерийного, массового производства и автоматизации технологических процессов, а также в условиях жёсткой конкурентной борьбы качество выпускаемой продукции и оказания услуг вышло на первый план. Важнейшими параметрами технологических процессов является обеспечение стабильности работы технологического оборудования, качество выпускаемой продукции и оказания технически сложных услуг.

Основная часть

Сегодня большое внимание уделяется возможности отслеживания в реальном времени сбоев в работе технологического оборудования с использованием интеллектуальных систем. Быстрое и своевременное обнаружение неисправности в работе агрегатов даёт наименьшие финансовые затраты на починку

и восстановление работоспособности всего процесса, что, в свою очередь, повышает эффективность и производительность производства.

Алгоритмы искусственного интеллекта с большей эффективностью подходят для прогнозирования состояния всего технологического процесса.

Современные технологические процессы обеспечены необходимым количеством датчиков, позволяющих вести контроль и отслеживание различных параметров работы. Таких параметров может быть очень много. При решении задачи прогнозирования необходимо выбрать основные, которые оказывают наибольшее воздействие на объект исследования. Наиболее актуальными становятся решения этой задачи с применением методов машинного обучения. В основном, построение прогнозных моделей осуществляется на обучении на прецедентах, что зачастую не подходит для применения ко многим объектам исследования. При таком подходе требуется большая база знаний, основанная на статисти-

ке ремонта и сбоев, собираемая в течение большого времени наблюдения за объектом. Именно поэтому сегодня актуально повышение качества прогнозирования с целью своевременно определения состояния технологического процесса.

Основой метода обучения является выборка, состоящая из групп данных, в которых нет значений, соответствующих отказам, сбоям или аномальному режиму работы, то есть выборка состоит из групп значений, соответствующих нормальному режиму работы объекта исследования. Таким образом, обученная модель прогнозирует нормальный режим работы. При таком подходе затраченное время для сбора данных и начала работы системы прогнозирования сводится к минимуму.

В качестве примера работы и настройки алгоритма прогнозирования был выбран технологический процесс «Система автоматической мойки колес, арок и порогов автомобилей при въезде на закрытые автостоянки при въезде на закрытые автостоянки «МОЙДОДЫР-К-10» (далее – «Мойка»). Автомобиль по пандусу со скоростью около 3 км/ч въезжает в лёгкий экранирующий тоннель (рис. 1(2)), где установлены фотодатчики. При срабатывании датчиков включаются центробежные насосы (рис. 1(6, ба)), осуществляющие подачу подогретой воды на блоки форсунок (рис. 1(1)). Из форсунок под действием электродвигателя струи воды под определёнными углами, динамически меняющи-

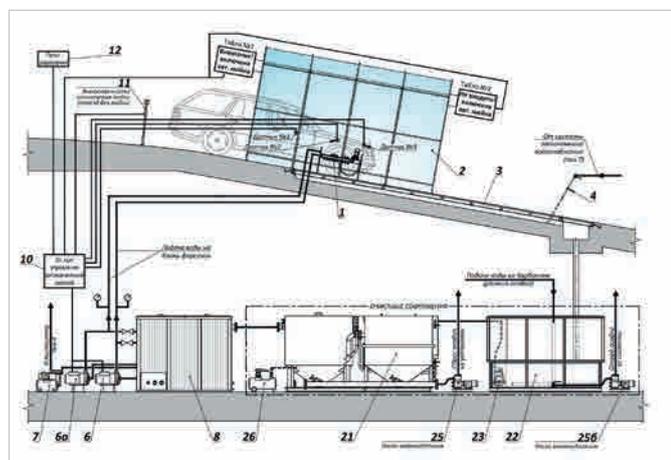


Рис. 1. Схема автоматической мойки колёс автомобиля

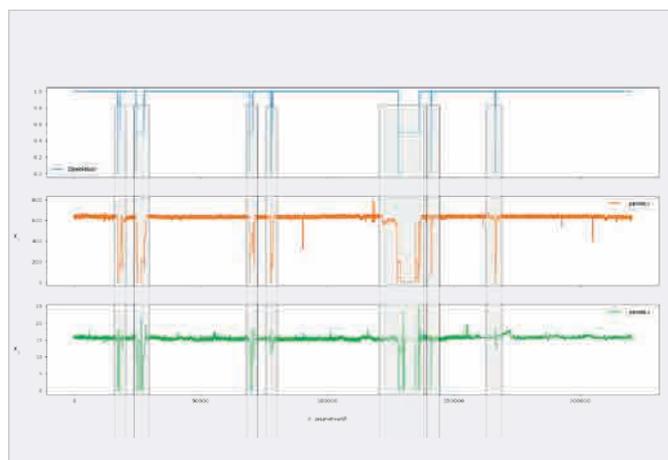


Рис. 2. Данные с датчиков, установленных на центробежном насосе

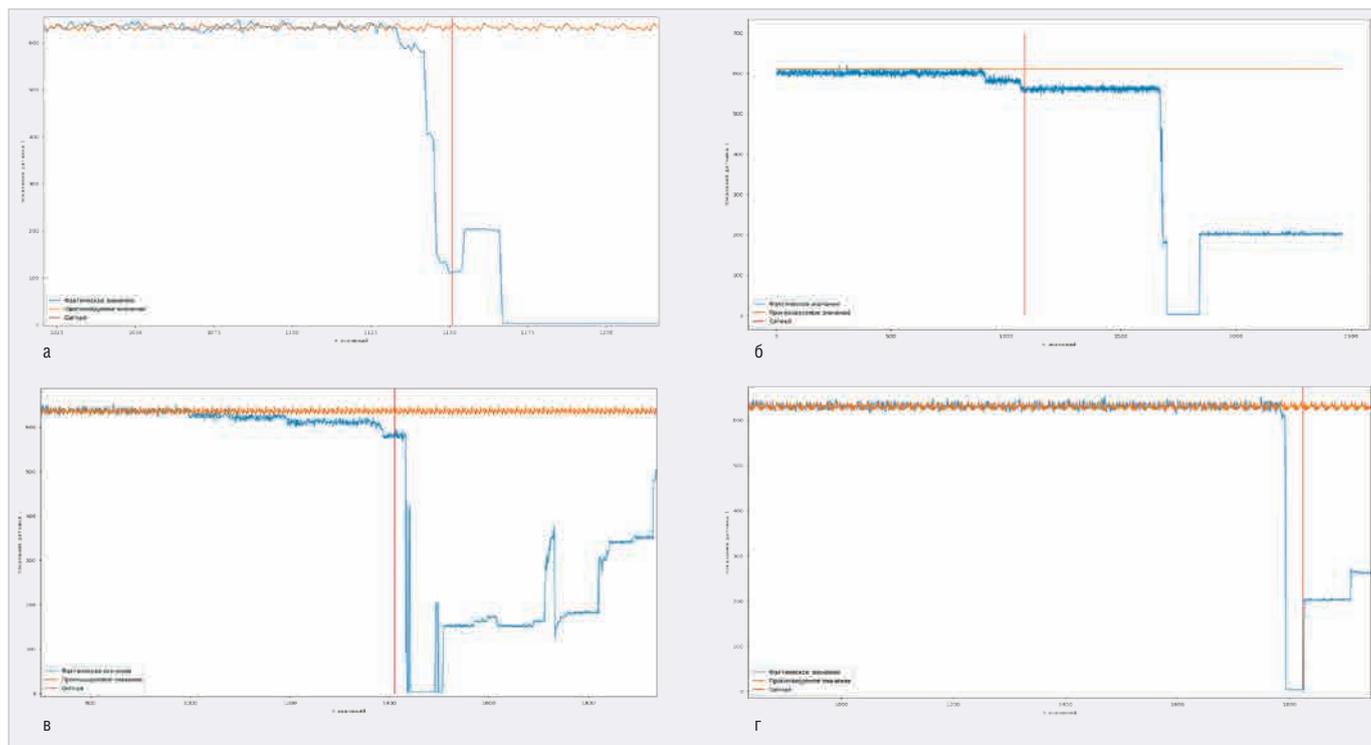


Рис. 3. Прогнозирование момента отказа насоса

мися, с высокой скоростью поступают в зоны основных загрязнений автомобиля: колёса, пороги и арки автомобиля. Отпадающие куски снега и льда продавливаются колесами в лоток (рис. 1 (3)), тают и вместе с грязной водой попадают по сбросному трубопроводу в очистные сооружения. Центробежный насос является одним из основных составляющих в данном технологическом процессе. В случае если насос выйдет из строя, процесс не сможет функционировать. Центробежные насосы в любом технологическом процессе занимают основную роль, а также являются жизненно важными и дорогостоящими системами, которые потребляют большое количество энергии и требуют больших затрат на ремонт или замену.

Система прогнозирования состоит из трёх этапов: формирование моделей обучения, обучение нейронной сети, прогнозирование нормальной работы.

Первоначально формируются модели из групп параметров, собранных с узлов процесса и состоящих из значений, соответствующих нормальному режиму работы.

На этапе обучения происходит формирование обучающих выборок, количество которых соответствует количеству моделей обучения. Выборки подразделяются на группы, состоящие из n значений, и каждой группе соответствует фактическое состояние процесса в следующий момент вре-

мени, то есть правильным ответом на группу является нулевое значение следующей группы. На основе сформированных выборок происходит обучение модели. В качестве алгоритма обучения был выбран Random Forest. Данный алгоритм основан на построении множества решающих деревьев. Этот алгоритм машинного обучения является одним из наиболее часто используемых алгоритмов из-за его простоты и разнообразия (его можно использовать как для задач классификации, так и для задач регрессии). Для решения задачи прогнозирования состояния процесса лучше всего подходит регрессия дерева решений.

К основным преимуществам использования Random Forest для прогнозирования состояния процесса относится возможность выявления значимых параметров, оказывающих определяющее влияние на прогноз.

На третьем этапе на основе обученных моделей определяется возникновение критической работы процесса. Модели прогнозируют следующий временной период, и полученное значение сравнивается с фактическим. Производится расчёт отклонения прогнозного значения от фактического, при этом задаётся порог для отклонения. Если было зафиксировано определённое количество отклонений, то происходит сигнал о возможном прекращении выполнимости технологического

процесса и указывается, какая модель выдаёт сигнал, что может послужить определению причины критической работы процесса.

В качестве параметров технологического процесса будут выступать значения с датчиков, установленных на центробежном насосе. Предоставленная выгрузка показаний датчиков составляет более 200 000 значений. Данные с двух датчиков собраны в базе данных в процессе эксплуатации. На рис. 2 зафиксировано 7 случаев отказа насоса.

На этапе обучения рассматриваемые данные с датчиков центробежного насоса делятся на выборки с группами, состоящими из 20 значений. После обучения алгоритма получаем две обученные модели для дальнейшего прогнозирования отказов агрегата.

В рассматриваемом технологическом процессе было определено отклонение прогнозного сигнала от фактического, которое составило 5%, что позволяет спрогнозировать нерабочее состояние центробежного насоса заранее.

В данном случае был определён порог в виде 95% и более случаев фиксации аномалий для последних 20 прогнозов.

Для проверки работоспособности алгоритма были взяты группы данных из выгрузки, близких к значениям отказа насоса, и поочередно по группам поданы в систему. Такой вариант позволил симитировать работу системы в реальном времени, что также позво-

лило быстро проверить правильность работы и настройки системы под данный процесс.

Изначально было известно, что насос 7 раз выходил из строя. Это показано на рис. 2. На рис. 3 (а...в) представлены графики, где рыжим цветом обозначена прогнозируемая величина, синим цветом фактическая, а красная вертикальная линия обозначает момент, в котором был спрогнозирован отказ насоса и подан сигнал об аномальной работе процесса.

На рис. 3 (а...в) видно, что после сигнала агрегат продолжал работу в аномальном состоянии и после некоторого количества циклов получал сбой.

На рис. 3г видно, что система не смогла вовремя спрогнозировать аномальную работу. По графику заметно, что значение датчика резко падает по сравнению с другими случаями аномальной работы. Возможно, данный случай был вызван вследствие жёсткой перезагрузки системы.

По результатам проведённых проверок аномальной работы агрегата определено, что 6 из 7 случаев сбоя были верно спрогнозированы. Причём сигнал о сбое поступал заранее, что в реальном случае даст время на остановку процесса и устранение причин возможной дальнейшей аномальной работы.

Заключение

Предложенный алгоритм системы прогнозирования, основанный на искусственном интеллекте, подойдёт для любого технологического процесса и нового оборудования. С его помощью можно спрогнозировать отказ определённого узла до наступления критической работы процесса. Также система помогает повысить производительность технологических процессов, одновременно выявить неисправность и, как следствие, уменьшить затраты на ремонт и обслуживание.

Литература

1. *Alestra S., Brand C., Burnaev E., Erofeev P., Papanov A., Bordry C., Silveira-Freixo C.* Rare event anticipation and degradation trending for aircraft predictive maintenance // 11th World Congress on Computational Mechanics, WCCM 2014, 5th European Conference on Computational Mechanics, ECCM 2014 and 6th European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECFD 2014 11, 2014. С. 6571–6582.
2. *Юнусова Л.П., Магзумова А.П.* Классификация искусственных нейронных сетей // Высшая инженерная школа – Набережнечелнинский институт – Казанский федеральный университет. Набережные Челны, 2019. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-iskusstvennyh-neyronnyh-setey-1/viewer>.
3. *Nielsen Michael.* Neural Networks and Deep Learning [Электронный ресурс] // Michael Nielsen, 2019. URL: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/> (дата обращения: 25.03.2021). 

НОВОСТИ МИРА

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ВНОВЬ ЗАБУКСОВАЛО: НА РОССИЙСКИЙ РЫНОК ХОТЯТ ДОПУСТИТЬ КИТАЙСКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БОЛВАНОВ БАНКОВСКИХ КАРТ

В конце прошлой недели прошло совместное совещание представителей Банка России, Министерства промышленности и торговли, а также отечественных производителей банковских карт. Как выяснилось, импортозамещение вновь забуксовало и в этой сфере.

Причём забуксовало так, что уже в самое ближайшее время в России могут начаться глобальные перебои с банковскими картами. Дело в том, что в нашей стране существует лишь один-единственный производитель чипов для них – компания «Микрон». Однако, даже если к 2025 году компании удастся удвоить производство, «Микрон» всё ещё не сможет удовлетворить потребность отечественных банков.

На данный момент нехватка компенсируется за счёт чипов из Китая и Кореи. Но импортировать чипы с каждым днём становится всё труднее и дороже, и не только из-за геополитической ситуации вокруг Украины, но и из-за глобального дефицита.

Так что поставки из Азии могут оборваться в любой момент. Чтобы этого не произошло, рассматривается допуск на российский рынок китайских производителей карт,

которые откроют в России лишь свои представительства, а саму продукцию будут поставлять из Китая.

www.kommersant.ru

Японцы выпустили HDD емкостью 26 ТБ, а в 2023-м году они представят жёсткие диски на 30 ТБ – поместится всё

Портал HardwareTimes пишет, что компания Showa Denko из Страны восходящего солнца выпустила жёсткие диски с рекордной ёмкостью 26 ТБ.

Это 3,5-дюймовые HDD. Они состоят из 10 алюминиевых пластин с высокой плотностью записи (более 1 ТБ/дюйм²) и ёмкостью 2,6 ТБ каждая. Кроме того, используются сразу две технологии записи: ePMR и SMR.

ePMR – революционная гибридная технология. В процессе записи она поддерживает и усиливает магнитное воздействие записывающей головки на пластину жёсткого диска. Что касается SMR, то это технология черепичной магнитной записи – в HDD с её применением каждый последующий трек при записи буквально накладывается на прошлый. Стоимость HDD на 26 ТБ, увы, не называется. Но дешёвыми такие жёсткие диски точно не будут. К слову, останавливаться на достигнутом японцы из Showa Denko не намерены. В следу-

ющем году они выпустят нового рекордсмена – HDD на 30 ТБ.

www.hardwaretimes.com

Представлен первый полностью российский электропоезд, способный разгоняться до 160 км/ч

На Тверском вагоностроительном заводе (ТВЗ, входит в состав АО «Трансмашхолдинг») завершилась работа приёмочной комиссии по оценке работы по созданию новейшего российского электропоезда «Иволга 3.0».

Данная модель интересна в первую очередь тем, что является первым электропоездом с конструкционной скоростью 160 км/ч, полностью спроектированным и изготовленным в России на отечественной компонентной базе. Хотя, конечно, сверхскоростным его всё же не назовёшь.

Например, те же бегающие по отечественным железным дорогам «Сапсаны» от недавно ушедшего из России немецкого холдинга Siemens рассчитаны на скорость до 300 км/ч. По итогам работы комиссии был подписан акт, подтверждающий соответствие поезда техническому заданию, благодаря чему уже в ближайшее время будет запущено производство партии из 35 одиннадцативагонных составов с «Иволга 3.0» во главе.

www.ichip.ru

НОВОСТИ МИРА

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НЕ СРАБОТАЛО: «РОСАТОМ» ПОПЫТАЛАСЬ ПЕРЕЛОЖИТЬ ТЕХПОДДЕРЖКУ С АМЕРИКАНЦЕВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОГО ИНТЕГРАТОРА, НО ТОТ ОТКАЗАЛСЯ

Компания Hewlett Packard Enterprise (HPE) отказала в техподдержке дочернему предприятию госкорпорации АО «ГРИНАТОМ».

Среди более чем тысячи иностранных компаний, покинувших нашу страну из-за специальной военной операции в Украине, значится и один из ведущих мировых производителей серверов, суперкомпьютеров, систем хранения данных и другого не менее важного корпоративного железа и софта для него – американская компания Hewlett Packard Enterprise (HPE).

На днях стало известно, что её уход довольно неприятно отразился на российском государственном холдинге «Росатом», объединяющем более 400 предприятий атомной отрасли. Дело в том, что HPE отказала в технической поддержке одному из дочерних предприятий «Росатома» – компании «ГРИНАТОМ». Получив отказ из-за океана, госкорпорация решила, что самое время обратиться к импортозамещению и потребовала нужную ей техническую поддержку от своего российского поставщика серверов.

Вот только поставщик этот – интегратор «СТК Развитие» – отказался брать на себя данные обязательства, сообщив следующее: «Мы не можем оказывать услуги по таким сертификатам ни с юридической, ни с фактической точек зрения. У нас нет штатных инженеров с необходимым статусом, у нас нет обновлений ПО, у нас нет прав на вмешательство в оборудование при возникновении сервисного случая».

www.ichip.ru

В России может замедлиться работа YouTube и других популярных американских сервисов

В самое ближайшее время россияне могут столкнуться с замедлением работы горячо любимого всеми видеохостинга YouTube и других популярных американских сервисов. И речь тут не идёт о принудительном снижении скорости загрузки, которым отечественные власти уже неоднократно угрожали иностранным интернет-компаниям в ответ на их нежела-

ние блокировать запрещённый в России контент или, наоборот, нежелание разблокировать официальные пропагандистские СМИ.

Нет, на этот раз речь идёт о решении самой американской компании Google, которой, среди прочего, принадлежит и YouTube. На днях отечественные интернет-провайдеры начали получать уведомления от Google об отключении части серверов. Причём это именно те серверы, что используются для ускорения загрузки контента, в том числе и роликов с YouTube. Такой поступок американцев связан с тем, что некоторые отечественные интернет-провайдеры попали под западные санкции.

www.rbc.ru

Россия решила напомнить недружественным странам об их импортозависимости – ограничение экспорта инертных газов ударит по мировому производству микросхем

Правительство РФ приняло постановление, которое ограничивает до конца года экспорт инертных газов, в том числе неона, аргона, гелия и других. Эти газы активно используются для производства полупроводниковой продукции, включая микросхемы. Что касается микросхем, то они используются в смартфонах, бытовой технике, автомобилях, навигационных системах и множестве самых разных отраслей.



Доля России на мировом рынке поставщиков неона составляет 30%. Экспорт газа теперь будет доступен только по решению правительства. С начала пандемии коронавируса в мире начался глобальный дефицит полупроводников – после того как Украина приостановила поставки неона с двух своих заводов.

Россия решила напомнить недружественным странам об их импортозави-

симости. Теперь российский Минпромторг определит, кто будет иметь доступ к неону, криптону, ксенону – ключевым и критически важным газам для производства полупроводников, более 30% которых на мировом рынке приходится на нашу страну, сообщает источник в финансово-экономическом блоке правительства.

Эксперты считают, что для многих стран это решение будет весьма чувствительным. В ответ Россия рассчитывает на конструктивный и прагматичный подход иностранных производителей к поставкам необходимой микросхемной продукции в нашу страну.

Правительство будет учитывать достигнутые договоренности при принятии решений по экспортным поставкам этих газов.

www.ixbt.com

В России разработали новый тип навигации, делающей дрон неуязвимым для систем радиоэлектронной борьбы

По сообщению ТАСС, специалистами группы компаний «Калашников» (входит в госкорпорацию «Ростех») разработан новый тип навигации для дронов. Решение делает беспилотные летательные аппараты (БПЛА) практически неуязвимыми для систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ).



Разработка не зависит от спутниковой навигации и реализована в замкнутом контуре управления. Это позволяет беспилотнику успешно противостоять средствам радиоэлектронной борьбы, перехватить управление таким дроном невозможно, процитировало издание свой источник в «Ростехе».

В госкорпорации также отметили на порядок большую точность новой навигационной системы в сравнении с инерциальной. Разработчики убеждены, что их решение сведёт потери беспилотников к единичным случаям.

<https://iot.ru>