

«DHARMA system» - управление производством с использованием  
нейросетевых технологий

В.А. Калиничева

*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация***

Глобальный рынок услуг, соответствующих требованиям «Индустрии 4.0», в настоящее время оценивается примерно в \$773 млрд, но доля России на нем пока составляет лишь 0,28%.

На современных предприятиях линии контролируются лишь на основе анализа данных с ключевых точек, отклонение показателей в одной из которых говорит о сбое в системе. Для выявления первопричины проводится детальная диагностика оборудования и процессов, связанных именно с этой контрольной точкой. Человеческий фактор и расположение точек определяет то, как быстро будет найден и устранен сбой. Данные на заводах генерируются повсеместно, но не всегда хватает ресурсов для их сбора и анализа. В результате возникают простои оборудования, и компания терпит убытки из-за вынужденной приостановки части производственного процесса.

Автономность диагностических и корректирующих систем будет достигаться за счёт взаимодействия всех систем предприятия. Объекты независимо от человека ведут самооценку, сбор данных, и взаимовлияние друг на друга в режиме реального времени, т.е. Не точечный контроль, а глобальная интеграция.

***Ключевые слова***

Управление производством, нейросетевые технологии, индустрия 4.0, умное производство, автоматизация, автономность диагностических систем, глобальная интеграция.

Глобальный рынок услуг, соответствующих требованиям «Индустрии 4.0», в настоящее время оценивается примерно в \$773 млрд, но доля России на нем пока составляет лишь 0,28%. При этом положительный опыт от внедрения технологии «умного производства» уже есть.

Например, компания GE анонсировала, что в 2014 году за счет IoT- систем повысила выручку на \$1 млрд. Завод Siemens в городе Амберг в будущем планирует производить полностью индивидуализированные продукты, когда они находятся еще в цехах. В России к 2035 году планируется создать 40 «умных фабрик» будущего [2].

Сейчас многие заводы имеют частично автоматизированное производство. Линии контролируются на основе анализа данных с ключевых точек, от-

клонение показателей в одной из которых говорит о сбое в системе. Для выявления первопричины проводится детальная диагностика оборудования и процессов, связанных именно с этой контрольной точкой. Человеческий фактор и расположение точек определяет то, как быстро будет найден и устранен сбой. Данные на заводах генерируются повсеместно, но не всегда хватает ресурсов для их сбора и анализа. В результате возникают простои оборудования, и компания терпит убытки из-за вынужденной приостановки части производственного процесса.

Целью данной работы является снижение степени негативного влияния человеческого фактора и повышение автономности умного завода.

Автономность диагностических и корректирующих систем достигается за счёт взаимодействия всех систем предприятия. Объекты независимо от человека ведут самооценку, сбор данных, и взаимовлияние друг на друга в режиме реального времени, т.е. не точечный контроль, а глобальная интеграция.

Мной разработана система «DHARMA», которая будет осуществлять сбор и анализ данных (рис.1), поступающих с производственных участков. Полученная информация также будет использоваться ею для прогнозирования возникновения сбоев в работе и подбора наиболее эффективного способа устранения проблемы для каждого конкретного случая.



Рисунок 1 – Основные характеристики системы «DHARMA»

На первом этапе система получает данные о состоянии участков производственной цепочки из различных источников. Далее они направляются по защищенным каналам связи «DHARMA» туда, где будет проводиться анализ с применением технологий машинного обучения (Deep Learning) для изучения большого объема данных (Big Data) о производстве, нарушениях и сбоях.

После тренировки и оптимизации модели производства будет проведен полный анализ данных (рис.1), а его результаты будут выгружены обратно в центр управления. Нейросеть оценит вероятность возникновения внештатных

ситуаций и, основываясь на имеющемся «опыте», предложит оптимальные стратегии дальнейших действий [1]. Будь то устранение или же предотвращение возможной поломки/сбоя. Это повысит эффективность производства и его рентабельность.

Помимо контроля за состоянием внутренней среды компании (рис.1), система имеет возможность анализировать информацию о потребителях, составлять паттерны их поведения, (некие клише учитывая спрос, тенденции, вкусы, предпочтения), следить за потребностями в определенных товарах, оттоком покупателей, конкурентной средой и общими рыночными тенденциями. На основе данной информации отдел продаж будет таргетировано предлагать именно те продукты, которые имеют наибольший шанс заинтересовать клиентов. Как следствие повысится лояльность и снизится отток потребителей, увеличится количество, качество и объемы продаж. На основании этих данных центр управления производством сможет скорректировать свою тактику и разработать более эффективный производственный процесс.

В настоящее время производственные процессы на многих заводах автоматизированы, осуществляется непрерывный сбор данных о состоянии всех участков цепи. «DHARMA» позволит консолидировать поступающую информацию в "облаке" в режиме реального времени. При этом отсутствует необходимость останавливать производство.

Из облака основная нейросеть получает данные, шифрует их и передает на сервер головного компьютера (рис.2). Там происходит анализ данных, рассчитываются вероятности тех или иных событий и принимаются решения о дальнейших действиях и их эффективности. Происходит повторная шифровка данных и отправка их в «облако». После чего они расшифровываются и поступают к управляющему производством.



Рисунок 2 – Архитектура основной нейросети проекта «DHARMA»

Сформированный на основе множества показателей (вероятность чп, оценка риска и т.д) отчёт и выработанные нейросетью рекомендации позволят вносить корректировки в процессы в кратчайший срок.

Помимо основной нейронной сети создается дополнительный компонент (внешний аддон, доп. нейросеть). С его помощью (рис.3) собираются данные внешних источников (соцсети, данные приложений, отчетности компаний и организаций и т.д.), позволяющие разрабатывать оптимальные маркетинговые стратегии.



Рисунок 3 – Архитектура аддонной нейросети проекта «DHARMA»

В долгосрочной перспективе (>10лет) нейросеть будет способна самостоятельно контролировать процессы производства с минимальным воздействием человеческого фактора.

За счёт внедрения проекта «DHARMA» компании смогут достичь следующих результатов:

- Автономность диагностических и корректирующих систем;
- Количество несчастных случаев сводится к минимуму;
- Повышается эффективность, производительность и рентабельность производства;
- Интеграция оборудования не требует остановки производственных процессов.

Основное преимущество состоит в том, что система, основанная на технологиях машинного обучения и анализе Big Data, позволит не только оценить качество продукции, производственных процессов и вероятность оттока клиентов, но и выявить паттерны их поведения, что является идеальной базой для корректировки маркетинговой политики и производственных процессов.

Проект «DHARMA» является финансово выгодным для компании. Первоначальные инвестиции для его запуска составляют 11 231 946 руб. Окупае-

мость вложенных средств в краткосрочном периоде (1-2 года) будет относительно невысокой, так как в этот период будет проходить процесс интеграции и обучения нейросети. Однако, уже на третий год прибыль составит 34 557 670 рублей.

Реализация проекта займёт 4 месяца, далее будет происходить сам процесс обучения нейросети. В связи с этим в первый год основные затраты идут на внедрение и обучение, а также подгонку системы под само производство.

Несмотря на волатильность рынков инвестиционные проекты компании обладают значительным запасом прочности по ключевым показателям эффективности, что позволяет продолжать реализацию.

Так как рентабельность «DHARMA» находится на высоком уровне, первоначальные инвестиции окупятся полностью уже на третий год, и уже в следующем периоде прибыль может составить  $\approx 57$  млн.руб. При любом исходе проект остается финансово выгодным для компании.

Разрабатывая план развития проекта «DHARMA» пришла к следующим выводам:

1. Проектная команда будет состоять из 19-ти человек;
2. Временной отрезок от этапа анализа предприятия, до этапа запуска уже обученной основной нейронной сети составит всего 4 месяца;
3. Запуск аддона направленного на маркетинговые решения планируется на 8 месяц после старта проекта.

С каждым следующим месяцем проект будет самосовершенствоваться. К началу четвертого года существования, «DHARMA» выйдет на уровень одного процента погрешности.

### ***Библиографический список***

1. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 176 с: ил. — (Прикладные информационные технологии).
2. Побываев С.А., Толкачев С. А. Реиндустриализация в США и ЕС // Мир новой экономики. 2015. Pobuyvaev S. A., Tolkachev S. A. Reindustrialization in the USA and the EU [Reindustrializacija v SShA i ES] // Mir novoj jekonomiki — World of new economy, 2015, (in Russian).