

Управление рисками и большие данные в промышленной безопасности киберфизических систем

Валеев С.С., УУНиТ, Уфа vss2000@mail.ru,
Кондратьева Н.В., УУНиТ, Уфа knv24@yandex.ru

Аннотация

Рассматривается задача обеспечения безопасности технологических процессов в киберфизических системах на базе внедрения современных информационных технологий, таких как анализ больших объемов данных и методы искусственного интеллекта. Отмечается, что использование технологий больших данных для обеспечения безопасности технологических процессов требует высокой культуры данных в компании. Самое главное в формировании этой культуры – бережное отношение к информационным активам организации. Сбор данных требует определенных усилий и инвестиций. Однако не всегда ясно, какие данные полезны, как долго данные следует хранить, и, самое главное, как данные следует использовать позже. Этот долгий путь от сбора данных до их использования необходимо пройти, и время все расставит по своим местам. Обсуждаются основные этапы внедрения технологий больших данных для обеспечения технологической безопасности на предприятии.

Введение

Киберфизические системы относятся к классу нелинейных распределенных систем управления, функционирующих в условиях воздействия различных факторов неопределенности, которые могут привести к нарушению законов управления и возникновению критических ситуаций [1]. В настоящее время для решения задач сопровождения подобных систем активно внедряются технологии больших данных с целью повышения технологической безопасности (управление на основе данных) [2], [3], [4].

При реализации технологических процессов на различных этапах формируется большой массив данных, отражающий текущее состояние киберфизической системы. Сложность технологических процессов и необходимость их постоянного мониторинга приводят к тому, что формируется большой массив данных (Big data), который необходимо хранить в течение определенного времени. Часто данные хранятся в разных несвязанных информационных

системах, что в некоторых случаях не позволяет проанализировать возникновение критической ситуации с учетом всех имеющихся данных.

Тем самым, формирование культуры работы с данными на предприятии является актуальной, и позволяет минимизировать риски возникновения критических ситуаций в условиях влияния различных факторов неопределенности.

Основные этапы внедрения технологий больших данных

Рассмотрим основные этапы внедрения технологий больших данных, используемых для решения задач обеспечения технологической безопасности в киберфизических системах.

На первом этапе необходимо провести аудит данных. Основная цель: провести аудит имеющихся данных, необходимый для выполнения функций технологической безопасности в соответствии со стандартами и регламентами. Основные процедуры реализации: составление перечня проблем обеспечения технологической безопасности объектов и инфраструктуры и возможных решений, необходимых для их реализации.

Отметим, что обычно данные собираются для формирования стандартных отчетов, т. е. целью в данном случае является формирование отчета. После этого неясно, что делать с массивами данных. Их можно оставить на хранение, а можно удалить. При хранении не всегда понятно, как долго необходимо хранить данные. Процесс аудита вызывает много вопросов, связанных со сроками хранения, ценностью информации и ее старением.

В настоящее время хранение информации стало частью отрасли обработки данных, и эти вопросы решаются в рамках облачных хранилищ компаний, относящихся к информационной отрасли. При хранении данных в системах хранения подрядчиков, в свою очередь, возникает задача сохранения конфиденциальности информационных ресурсов.

На втором этапе подготовки данных необходимо выполнить классификацию данных. Основная цель: классифицировать имеющиеся данные и их источники. Основные процедуры реализации: определение наличия данных из сертифицированных источников информации. Далее следует сформировать список необходимых данных, которые утеряны или могут быть утеряны. Необходимо также сформировать список недостающих требуемых данных из сертифицированных источников информации. Наконец, требуется сформировать список данных, которые нужны, но их источники недоступны или неизвестны.

Для интеллектуального анализа данных требуются дополнительные ре-

судсы организации. Если это датчики, определяющие концентрацию вредных веществ, то при выборе типа, количества и мест их установки необходимо помнить о жизненном цикле данных, как упоминалось ранее. Поддержание жизненного цикла данных требует соблюдения метрологических стандартов, сертификации датчиков и программного обеспечения, сертификации каналов связи и систем защиты информации. В ряде случаев в рамках концепции больших данных могут использоваться информационные ресурсы других компаний. В этом случае возникает вопрос о качестве данных, предоставляемых сторонней компанией.

На третьем этапе проводится классификация данных по приоритету. Основная цель: расставить приоритеты и выделить наиболее важные ресурсы данных. Основные процедуры реализации: оценка сложности получения данных, формирование списка приоритетов при формировании набора данных и оценка затрат на их сбор.

Необходимо учитывать динамику приоритетов на различных этапах жизненного цикла киберфизических систем. Отметим, что следует помнить о противоречиях, которые могут возникнуть при выборе шкалы приоритетов. Выбор приоритетов является сложной оптимизационной задачей в рамках теории систем поддержки принятия решений, например, на основе многозначной логики.

Стоимость получения данных и формирование набора данных во многом зависит от типа киберфизической системы и ее особенностей. Стоимость может варьироваться за счет оптимизации затрат на датчики и контроллеры и формирования цифровых двойников объектов управления.

На четвертом этапе проводится анализ методов сбора данных. Основная цель: повышение эффективности используемых данных. В трудовой функции персонала, отвечающего за промышленную безопасность, необходимо описать алгоритм, как собирать данные о технологических процессах и инцидентах.

Несмотря на активное внедрение автоматизированных систем сбора данных, сохраняются ручные операции по контролю состояния конструкций, например, внешний осмотр установки, трубопровода, сварных швов и т. д. Также к ручным операциям относятся формирование отчетов и заполнение журналов. Следует отметить, что трудоемкие операции, связанные с обработкой журналов, отчетов и занесением этих данных в информационную систему, должны выполняться персоналом, ответственным за обработку данных.

При этом в информационной системе необходимо использовать алгоритмы анализа корректности сформированных наборов данных [5]. В рамках внедрения культуры данных в организации важно понимать, что сбор данных требует участия квалифицированных специалистов разных уровней [6].

На пятом этапе определяется способ и места хранения набора данных. Основная цель: обеспечение надежного хранения данных и возможности доступа к ним по требованию с использование информационных систем. Основные средства, используемые для эффективного хранения данных, включают в себя распределенные хранилища данных на базе облачных технологий [7].

При этом необходимо обеспечить эффективные меры защиты хранящихся данных на основе, например, распределения прав доступа, а также необходимо контролировать изменения, вносимые в наборы данных и методы управления версиями.

Процессы сбора и обработки данных для управления рисками

На Рис. 1 представлен процесс формирования потока данных о состоянии технологических процессов, анализе отказов и инцидентов, где DBP - база данных результатов мониторинга персоналом хода технологических процессов; DBS - база данных результатов измерений датчиками характеристик технологических процессов; DBf – база данных с результатами анализа отказов и неисправностей оборудования, а также нарушений в ходе технологических процессов; DBh - база данных, содержащая информацию о критических ситуациях и их последствиях.

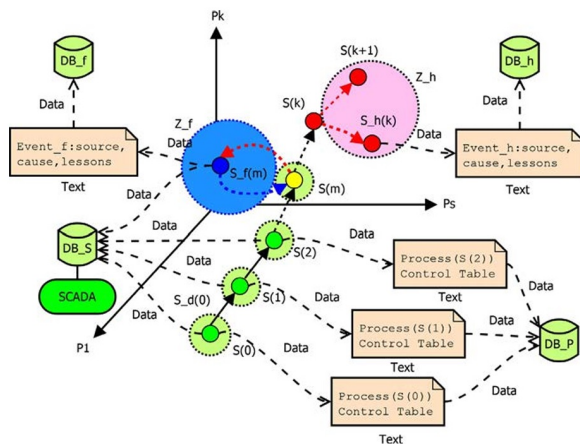


Рис. 1: Процессы сбора и обработки больших данных о состоянии киберфизической системы

Часть данных отражается в различных формах, например в виде отчетов, представленных в бумажных документах. Затем эта информация вводится в соответствующие информационные системы и хранится в базах данных. Например, отчеты по управлению технологическим процессом содержат информацию об отклонениях параметров и их причинах. Эти отчеты формируются двумя способами: технологом и с использованием автоматизированной системы управления и мониторинга (SCADA). Собранные данные позволяют анализировать состояние киберфизической системы и в случае необходимости влиять на развитие критической ситуации.

Заключение

Как следует из представленных основных шагов работы с данными (формирование культуры данных), это достаточно трудоемкий процесс. В настоящее время в современных компаниях вводятся должности ответственных за данные. Отметим, что это важные этапы на пути к применению больших данных при решении задач промышленной безопасности.

Важную роль на всех рассмотренных этапах играют процессы сбора и обработки данных. При этом основными проблемами являются синхронизация, верификация и необходимость интеграции разнородных информационных систем, что является основой культуры работы с данными.

Список литературы

- [1] Kuznetsov N.V., Mokaev T.N. Numerical analysis of dynamical systems: unstable periodic orbits, hidden transient chaotic sets, hidden attractors, and finite-time Lyapunov dimension // Journal of Physics: Conference Series, 2019. — С. 012034. DOI:10.1088/1742-6596/1205/1/012034.
- [2] Nguyen T., Gosine R.G., Warrian P. A systematic review of big data analytics for oil and gas Industry 4.0 // IEEE Access, 2020. 8:6118361201. DOI:10.1109/ACCESS.2020.2979678.
- [3] Sircar A., Yadav K., Rayavarapu K., Bist N., Oza H. Application of machine learning and artificial intelligence in oil and gas industry // Petrol Res, 2021. 6:379-391. DOI:10.1016/j.ptlrs.2021.05.009.
- [4] Tariq Z., Aljawad M.S., Hasan A., et al. A systematic review of data science and machine learning applications to the oil and gas industry. // J Petrol Explor Prod Technol. — 2021. 11:4339-4374. DOI:10.1007/s13202-021-01302-2.

- [5] Луцев Д.В., Кознов Д.В., Шелиховский А.А., Романовский К.Ю., Чернышев Г.А., Терехов А.Н., Григорьев Д.А., Смирнова А.Н., Боровков Д.В., Васенина А.Н. Interactive duplicate search in software documentation // Статья в открытом архиве. — 2019. № arXiv:1908.08266 22.08.2019.
- [6] Кондратьева Н.В., Янгирова А.Ф., Валеев С.С. Информационная система управления эвакуацией людей в критических ситуациях // В сборнике: XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. — 2014. — С. 8173–8179.
- [7] Valeev S., Kondratyeva N. Large scale system management based on Markov decision process and big data concept // В сборнике: Application of Information and Communication Technologies, AICT 2016 - Conference Proceedings. — 2016. — С. 7991829. DOI:10.1109/ICAICT.2016.7991829.