

Основы цифрового производства

Тема 3. Цифровизация машиностроительного производства

Доцент, кандидат технических наук Килина Мария Степановна

Тема 3. Цифровизация машиностроительного производства (3 лекции)

- Уровни технологической зрелости предприятий
- Определение цифрового производства
- Факторы перехода к цифровому производству
- Стандарты данных
- Цепи поставок
- Data Mining – интеллектуальный анализ данных
- Информационная безопасность производства

Уровни технологической зрелости предприятий

Уровень технологической зрелости	Уровень внедрения элементов цифровой системы управления производством
Первый уровень	Полное отсутствие цифровой системы управления производством
Второй уровень	Внедрение цифровой системы управления производством не носит комплексный характер и характеризуется автоматизацией ряда базовых составляющих, таких как кадры, бухгалтерия, разработка конструкторской документации, технологической документации и т.д..
Третий уровень	Средняя степень внедрения цифровой системы управления производством. Бумажный и электронный документооборот осуществляются параллельно в связи с недостаточной достоверностью последнего.
Четвёртый уровень	Высокая степень внедрения цифровой системы управления производством. Информационные потоки предприятия полностью переведены в единую цифровую систему. Решения руководителями принимаются на основании оперативной и достоверной информации, полученной из цифровой системы управления производством
Пятый уровень	Полное внедрение оперативного цифрового управления производством. Присутствует автоматизация принятия управленческих решений на основании получаемой в режиме реального времени информации о ходе производства

Этапы реализации концепции Индустрия 4.0 на промышленном предприятии

Этап	Требуемое программное обеспечение	Примечание
Первый этап	<p>Внедрение систем CAD/CAM/CAE</p> <p>Для обеспечения автоматизированной разработки технологической и конструкторской документации</p> <p>CAD (Computer Aided Design) - компьютерная помощь проектированию. Самая основная функция CAD - определение геометрии конструкции, поскольку геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта и является основой для последующего использования в системах CAM и CAE.</p> <p>CAM (Computer Aided Manufacturing) - компьютерная помощь изготовлению. Системы CAM используется для планирования, управления и контроля операций производства. Наиболее важным качеством этих системы является способность автоматизировать расчеты траекторий перемещения инструмента для обработки на станках с ЧПУ.</p> <p>CAE (Computer Aided Engineering) - компьютерная помощь инженерии. CAE — это технология для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта, решения различных инженерных задач (расчет конструктивной прочности, нагрузки, напряжения, деформации, анализ тепловых процессов, расчет гидравлических систем и механизмов и др.).</p>	<p>Компоненты первого и второго этапа реализации концепции Индустрия 4.0 позволяют осуществлять сквозное проектирование</p>

Этапы реализации концепции Индустрия 4.0 на промышленном предприятии

Этап	Требуемое программное обеспечение	Примечание
Второй этап	<p>Внедрение систем PDM</p> <p>Для обеспечения электронного документооборота</p> <p>PDM-система (англ. Product Data Management) — система управления данными об изделии) — организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолёты и ракеты, компьютерные сети и др.).</p> <p>В PDM-системах обобщены такие технологии, как:</p> <ul style="list-style-type: none"> управление инженерными данными (engineering data management — EDM) управление документами управление информацией об изделии (product information management — PIM) управление техническими данными (technical data management — TDM) управление технической информацией (technical information management — TIM) управление изображениями и манипулирование информацией, всесторонне определяющей конкретное изделие. 	<p>Компоненты первого и второго этапа реализации концепции Индустрия 4.0 позволяют осуществлять сквозное проектирование</p>

Этапы реализации концепции Индустрия 4.0 на промышленном предприятии

Этап	Требуемое программное обеспечение	Примечание
Третий этап	<p>Внедрение цифровой системы управления на уровне цеха, участка</p> <p>Внедрение систем управления производственными процессами - MES систем</p> <p>MES (от англ. Manufacturing Execution System) – система управления производством. MES-система – это ПО, специально разработанное для повышения эффективности планирования и управления производством.</p> <p>К основным функциями MES системы относятся процессы управление процессами производства.</p> <p>Функциональность производственных систем MES это: приведение производственных мощностей в действие; сбор информации, связанной с производством; планирование; ведение контроля качества; установление связи между персоналом и оборудованием, между производством и поставщиками, между инженерным отделом и менеджментом и т.д.; отслеживание и изменение компонентов, сырья и полуфабрикатов, которые применяют в процессе производства; управление техническим обслуживанием и ремонтом.</p>	<p>Внедрение данных систем позволяет осуществить диспетчеризацию и оперативное планирование на предприятии</p>

Этапы реализации концепции Индустрия 4.0 на промышленном предприятии

Этап	Требуемое программное обеспечение	Примечание
Четвёртый этап	<p>Внедрение цифровой систему управления на уровне предприятия в целом.</p> <p>Внедрение систем ERP - системы планирования ресурсов предприятия.</p> <p>Эти системы предназначены для автоматизации и ускорения процессов ведения бизнеса (производства), что снижает негативное влияние человеческого фактора. На практике это позволяет оптимизировать работу крупной компании с большим количеством подразделений, отделов, сотрудников и клиентов.</p>	<p>Решения на этом этапе принимаются руководителями на основании оперативной и достоверной информации полученной от цифровой системы управления производственными процессами</p>

Этапы реализации концепции Индустрия 4.0 на промышленном предприятии

Этап	Требуемое программное обеспечение	Примечание
Пятый этап	<p>На этом этапе осуществляется интеграция технологического оборудования и программного обеспечения в единое цифровое пространство на основе принципов Индустрии 4.0.</p> <p>Система «Индустриального интернета вещей» (IIoT)</p> <p>Индустриальный интернет вещей (Industrial internet of things, IIoT) — это комплексная система, которая обеспечивает автоматическое управление производственными предприятиями посредством всемирной сети. Практически это выглядит так: из работы на оборудовании промышленного производства практически полностью исключается человеческий фактор, все процессы и производственные алгоритмы полностью автоматизированы и роботизированы, а управление ими осуществляется при помощи ПО на базе искусственного интеллекта (ИИ)</p>	<p>Автоматизация принятия управленческих решений на основе полученной в режиме реального времени информации о ходе производства</p>

Факторы перехода к цифровому производству

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ

выпуск продукта, отвечающего заданным параметрам, в заданном количестве в установленные сроки.



Управляющие воздействие

Начальным подуровнем производственной системы можно считать технологическое оборудование, различные аппараты и обслуживающих эти машины операторов. Машина и человек образуют начальный подуровень, состоящий из двух взаимосвязанных объектов - машина - человек. Совокупность подсистем машина - человек и вспомогательный персонал образуют подсистему более высокого уровня - производственный участок, производственные участки объединяются в подсистемы следующего уровня - цех или участок в зависимости от формы организации предприятия.

Человек
и компьютер
Киберфизические
системы

Производственная система.

Система нацеленная на выпуск требуемого продукта или услуги в заданном количестве в установленные сроки.

Понятно, что производственная система — это сложная система, одной из высших форм человеческой деятельности.

Производственная система содержит множество подсистем, находящихся в строгой иерархии между собой и связанных друг с другом определенным способом. Причём связи и иерархические цепочки могут меняться в процессе развития системы. В качестве подсистема выступают цеха, участки, различные отделы.

Факторы перехода к цифровому производству

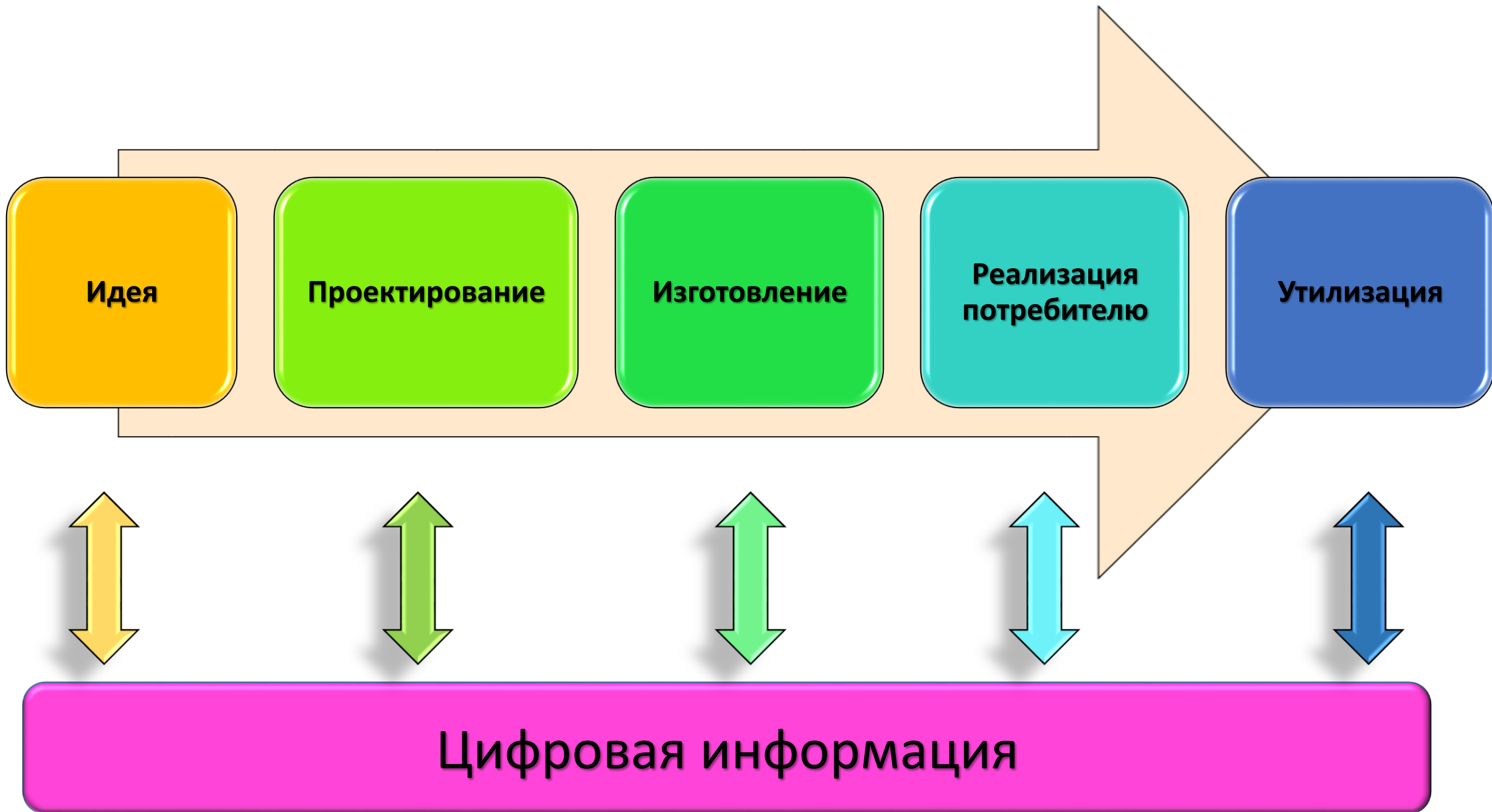
- Динамичность современного мира и Конкурентоспособность выпускаемой продукции

Выпускаемая продукция должна соответствовать техническому уровню, качеству и надёжности, при этом на производство каждой единицы техники должно тратиться как можно меньше времени, к деталям машин предъявляются повышенные требования. От момента технического задания до выпуска готовой продукции, необходимо максимально сократить время цикла создания готового продукта. Все эти требования связаны с темпами развития науки и внедрением новых технологий в производство, что приводит к тому что часть машин не успевает выйти в серийное производство, а уже, можно сказать, морально устарели.

Лекция 4

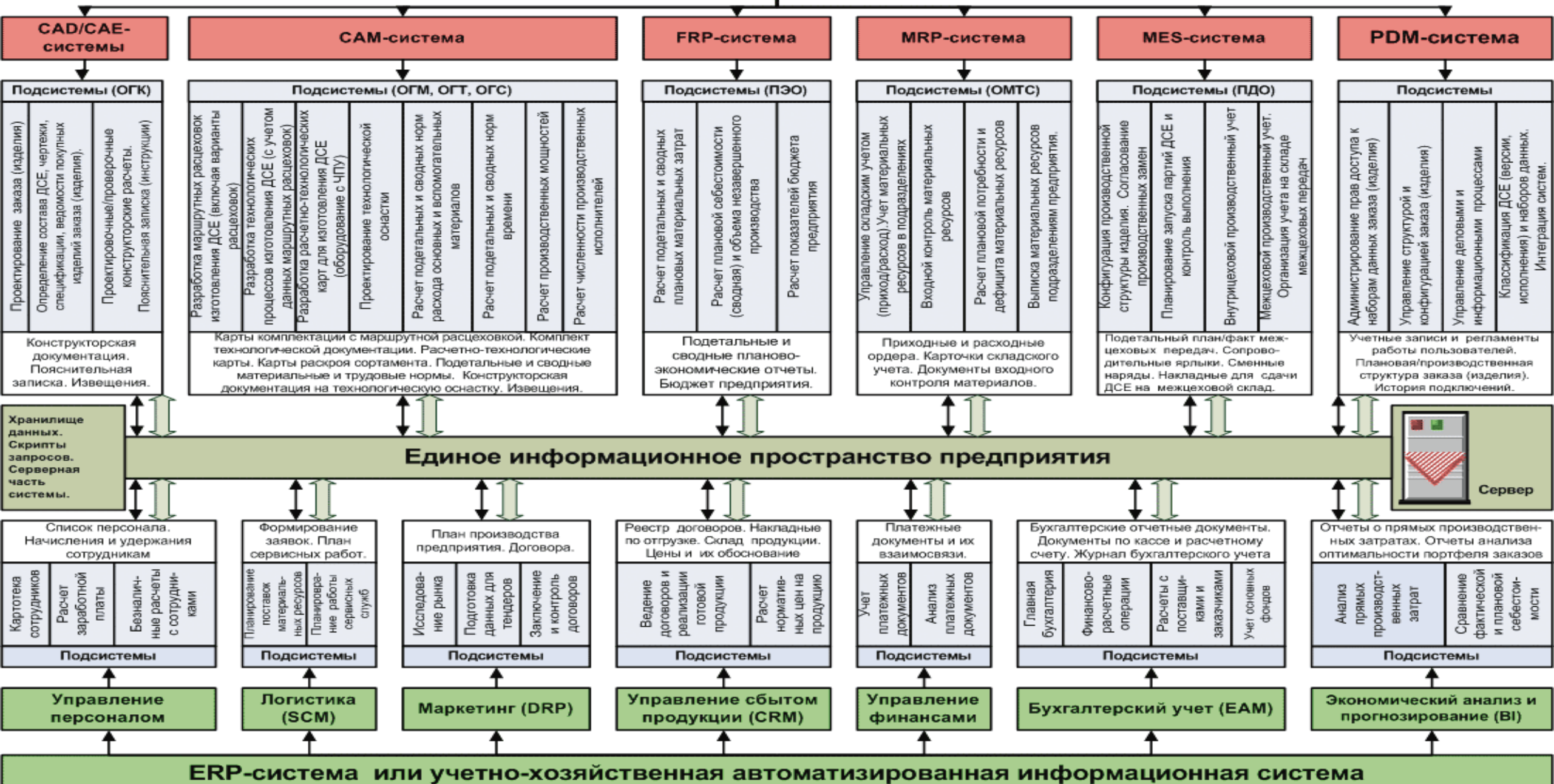
Стандарты обмена данными





Стандарты обмена данными

Структура интегрированной автоматизированной информационной системы предприятия



Стандарты обмена данными

ФОРМАТ STEP

- Стандарт **STEP** (Standard to Exchange of Product model data) ориентирован на данные о всем жизненном цикле продукта (проектирование, производство, контроль качества и поддержка).
- Целью создания **PDES** (Product Data Exchange Specification) – устранить потребность в чертежах и других бумажных документах при обмене информацией на разных стадиях ЖЦ.
- Является стандартом обмена данными в системе стандартов технологий **CALS**

Стандарты обмена данными

CALS-стандарты – это набор стандартов, описывающих правила электронного представления данных об изделиях, среде и процессах, и правила обмена этими данными. Часть стандартов к настоящему времени имеет статус международных. Условно они могут быть разделены на три основные группы:

- стандарты, описывающие общие принципы электронного обмена данными, определяющие организационно-технические аспекты электронного взаимодействия (MIL-STD-1840);
- стандарты, регламентирующие технологии обеспечения безопасности данных, в частности их шифрование в процессе обмена, применение электронной цифровой подписи для подтверждения их достоверности и т.д.;
- технические стандарты, определяющие форматы и модели данных, технологии представления данных, способы доступа и использования данных, описывающих изделия, процессы и среду, в которой протекает жизненный цикл изделия (ISO 10303(STEP)).

Стандарты обмена данными

CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности всех процессов ЖЦ промышленной продукции, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Применение стратегии CALS является условием выживания предприятий в условиях растущей конкуренции и позволяет:

1. Расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла;
2. За счет информационной интеграции и сокращения затрат на бумажный документооборот, повторного ввода и обработки информации обеспечить преемственность результатов работы в комплексных проектах и возможность изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов.
3. Повысить «прозрачность» и управляемость бизнес-процессов путем их реинжиниринга, на основе интегрированных моделей ЖЦ и выполняемых бизнес-процессов, сократить затраты в бизнес-процессах за счет лучшей сбалансированности звеньев.
4. Повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий, спроектированных и произведенных в интегрированной среде с использованием современных компьютерных технологий и имеющих средства информационной поддержки на этапе эксплуатации.
5. Обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур.
6. Сократить издержки производства и снизить стоимость продукции.
7. Сократить время создания изделия, его модернизации и увеличить его реальное время «жизни».

Цепи поставок

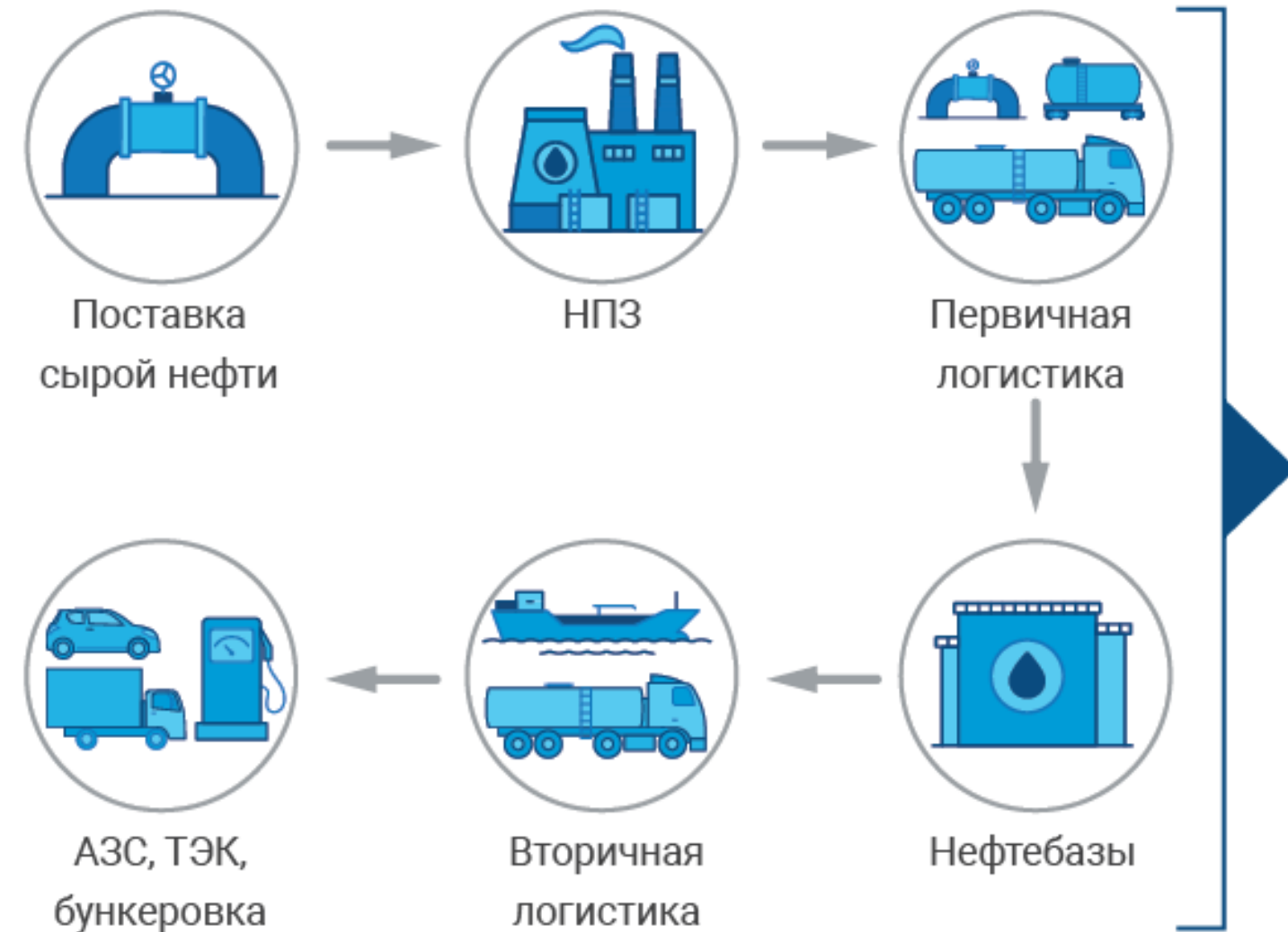
Цифровая логистика – это поиск, хранение и способ передачи информации, а также **цифровые** технологии, обеспечивающие выявление и прогнозирование потребностей, оптимизации маршрутов, направлений материальных и информационных потоков, в том числе сокращение времени существования в цепях поставок.

Цифровая логистика – это цифровизация грузоперевозок, которая включает интеллектуальные системы управления и прослеживания грузов на всех этапах перевозок, безлюдные технологии, полную автоматизацию документооборота (электронные товарно-транспортные документы) в обеспечении перевозок внутри страны и в международном сообщении с электронным таможенным оформлением грузов в трансграничном сообщении.

Цепи поставок

КЛАССИЧЕСКАЯ ЛИНЕЙНАЯ ЦЕПЬ ПОСТАВОК

МНОГОМЕРНАЯ ЦИФРОВАЯ ЦЕПЬ ПОСТАВОК



Цепи поставок

Подключенный транспорт

- Полная прозрачность перемещения
- Контроль режима движения
- Повышение утилизации транспорта
- Укрепление дисциплины водителей

Управление автопарком

- Адаптация обслуживания к условиям эксплуатации
- Автоматическая диспетчеризация
- Интеграция с ERP-системами

Автономный транспорт

- Ассистенты помощи водителям
- Беспилотное метро
- Автопилот движения по трассе
- Перспективные системы полной автономности

Обеспечение безопасности

- Идентификация "свой-чужой"
- Предотвращение краж топлива и нецелевого использования транспорта
- Доступность данных для расследования инцидентов

Технологии на основе IoT для логистики:

- Спутниковая геолокация
- Мобильный интернет
- «Облачные» вычисления
- FFID



Отслеживание активов

- Контроль местоположения и передвижения товаров
- Мгновенная инвентаризация склада и торгового зала
- Видимость товаров на всем протяжении цепочки поставки

«Умная» инфраструктура

- Централизованное управление
- Мониторинг состояния элементов трубопроводов
- Контроль нагрузки и износа мостов и тоннелей

Автоматизация складов

- Роботы, перемещающие стеллажи с товарами
- Полностью автоматические складские системы
- Перспективные автономные автопогрузчики

Мониторинг активов

- Отслеживание ключевых параметров
- Мгновенное реагирование на изменение состояния
- Доступность данных на всем протяжении цепочки поставки

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

По сути, интеллектуальный анализ данных – это обработка информации и выявление в ней моделей и тенденций, которые помогают принимать решения. Принципы интеллектуального анализа данных известны в течение многих лет, но с появлением больших данных (Big Data) они получили еще более широкое распространение.

Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) – выявление скрытых закономерностей или взаимосвязей между переменными в больших массивах необработанных данных.

Термин «Data Mining» был введен Григорием Пятецким-Шапиро в 1989 году.

Подразделяют на задачи: классификации, моделирования, прогнозирования и др.



Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Ассоциация (или отношение), вероятно, наиболее известный, знакомый и простой метод интеллектуального анализа данных. Для выявления моделей делается простое сопоставление двух или более элементов, часто одного и того же типа. Например, отслеживая привычки покупки, можно заметить, что вместе с клубникой обычно покупают сливки.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Классификацию можно использовать для получения представления о типе покупателей, товаров или объектов, описывая несколько атрибутов для идентификации определенного класса. Например, автомобили легко классифицировать по типу (седан, внедорожник, кабриолет), определив различные атрибуты (количество мест, форма кузова, ведущие колеса). Изучая новый автомобиль, можно отнести его к определенному классу, сравнивая атрибуты с известным определением. Те же принципы можно применить и к покупателям, например, классифицируя их по возрасту и социальной группе. Кроме того, классификацию можно использовать в качестве входных данных для других методов. Например, для определения классификации можно применять деревья принятия решений. Кластеризация позволяет использовать общие атрибуты различных классификаций в целях выявления кластеров.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Кластеризация. Исследуя один или более атрибутов или классов, можно сгруппировать отдельные элементы данных вместе, получая структурированное заключение. На простом уровне при кластеризации используется один или несколько атрибутов в качестве основы для определения кластера сходных результатов. Кластеризация полезна при определении различной информации, потому что она коррелируется с другими примерами, так что можно увидеть, где подобиya и диапазоны согласуются между собой.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Прогнозирование — это широкая тема, которая простирается от предсказания отказов компонентов оборудования до выявления мошенничества и даже прогнозирования прибыли компании. В сочетании с другими методами интеллектуального анализа данных прогнозирование предполагает анализ тенденций, классификацию, сопоставление с моделью и отношения. Анализируя прошлые события или экземпляры, можно предсказывать будущее.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Последовательные модели, которые часто используются для анализа долгосрочных данных, — полезный метод выявления тенденций, или регулярных повторений подобных событий. Например, по данным о покупателях можно определить, что в разное время года они покупают определенные наборы продуктов. По этой информации приложение прогнозирования покупательской корзины, основываясь на частоте и истории покупок, может автоматически предположить, что в корзину будут добавлены те или иные продукты.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Дерево решений, связанное с большинством других методов (главным образом, классификации и прогнозирования), можно использовать либо в рамках критериев отбора, либо для поддержки выбора определенных данных в рамках общей структуры. Дерево решений начинают с простого вопроса, который имеет два ответа (иногда больше). Каждый ответ приводит к следующему вопросу, помогая классифицировать и идентифицировать данные или делать прогнозы.

Деревья решений часто используются с системами классификации информации о свойствах и с системами прогнозирования, где различные прогнозы могут основываться на прошлом историческом опыте, который помогает построить структуру дерева решений и получить результат.

Data Mining – интеллектуальный анализ данных

Комбинации. На практике очень редко используется только один из этих методов. Классификация и кластеризация — подобные методы. Используя кластеризацию для определения ближайших соседей, можно дополнительно уточнить классификацию. Деревья решений часто используются для построения и выявления классификаций, которые можно прослеживать на исторических периодах для определения последовательностей и моделей.

Информационная безопасность производства

Информационная безопасность (*Information Security*) — практика предотвращения несанкционированного доступа, использования, раскрытия, искажения, изменения, исследования, записи или уничтожения информации. Это универсальное понятие применяется вне зависимости от формы, которую могут принимать данные (электронная или, например, физическая). Основная задача информационной безопасности — сбалансированная защита конфиденциальности, целостности и доступности данных, с учётом целесообразности применения и без какого-либо ущерба производительности организации.

Это достигается, в основном, посредством многоэтапного процесса управления рисками, который позволяет идентифицировать основные средства и нематериальные активы, источники угроз, уязвимости, потенциальную степень воздействия и возможности управления рисками. Этот процесс сопровождается оценкой эффективности плана по управлению рисками



Информационная безопасность производства

Ключевые принципы:

- *Confidentiality* с англ. — «конфиденциальность» — свойство информации быть недоступной или закрытой для неавторизованных лиц, сущностей или процессов
- *Integrity* с англ. — «целостность» — свойство сохранения правильности и полноты активов
- *Availability* с англ. — «доступность» — свойство информации быть доступной и готовой к использованию по запросу авторизованного субъекта, имеющего на это право

В совокупности эти три ключевых принципа информационной безопасности именуются **триадой CIA**



Информационная безопасность производства

С какими последствиями кибератак сталкивались компании

Утечка информации



Простой инфраструктуры



Уничтожение или подмена данных



Ущерб репутации



Прямые финансовые потери



Потеря клиентов



Нарушение технологического процесса



Прочие



Наиболее частые цели кибератак

Финансовые
данные



Учетные данные



Персональные
данные

