



ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ



ЦЗЯН ЦЗИНЬТЯНЬ,
генеральный директор
ТОО «Газопровод Бейнеу-Шымкент»

Цифровой трубопровод – техническая система, объединяющая сеть, информатизацию и визуализацию в единое целое, также виртуальный трубопровод с множеством сервисных функций, где основное внимание уделяется проектированию, строительству, эксплуатации и обслуживанию трубопроводов. С помощью упорядочения и объединения сложной информации создается цифровой – информационный каркас и, в полной мере используя цифровые технологии в рамках данного каркаса, встраивается быстрая, точная и полная информационная система, а также предоставляется высокоэффективное научное управление и поддержка решений для строительства и эксплуатации трубопроводов посредством визуальных средств.

Быстро развивающаяся глобальная цифровая экономика и путь к цифровой трансформации газопроводных компаний в различных странах

Цифровая экономика – это экономика, движимая цифровизацией. Это ряд видов экономической деятельности, в которых цифровые знания и информация используются как ключевые факторы производства, современные информационные сети – как важный носитель информации, эффективное использование информационных и коммуникационных технологий как важная движущая сила для повышения эффективности и оптимизации экономической структуры.

В эпоху цифровой экономики статус глобальной цифровой экономики в национальной экономике продолжает повышаться. В 2019 году цифровая экономика 47 стран составила 41,5% по отношению к ВВП, что на 1,2 % больше, чем в 2018 году. С позиции разного уровня доходов, цифровая экономика стран с высоким уровнем доходов составила 47,9% по отношению к ВВП, что превышает средний мировой уровень; с точки зрения разных уровней экономического развития, цифровая экономика развитых стран составила 51,3% их ВВП, что на 24,5% выше, чем в развивающихся странах. С точки зрения конкретных стран, на цифровую экономику Германии, Англии и США приходится более 60% их ВВП. Цифровая экономика стала общепринятым принципом во всем мире, ориентированная на будущее глобальное экономическое развитие, это новая область и доминирующая вершина глобальной конкуренции.

Сегодня, когда цифровая экономика, наука и техника развивается быстрым темпом, вслед за постоянным прорывом технологии автоматизации приборов, компьютеров, коммуникационных и информационных технологий, новое поколение цифровых технологий, представленных облачными вычислениями, большими данными, технологией «интернет вещей», искусственным интеллектом и другими функциями запускает новый виток промышленной трансформации, все больше и больше стран в мире рассматривают цифровую трансформацию как важный путь и способ для продвижения модернизации производства. Цифровая трансформация многих передовых компаний в мире ускоряется, благодаря цифровизации имеются возможности дополнительного изучения собственного потенциала и в полной мере использования ресурсов для дальнейшего развития и создания ценности. На данный момент, многие предприятия нефтегазовой отрасли, управляющие магистральным газопроводами, проводили работы по строительству, эксплуатации, автоматическому мониторингу и контролю газопроводов, транспортировке газа широко используя цифровые технологии. Цифровой трубопровод уже стал тенденцией развития строительства магистральных газопроводов и управления их эксплуатацией.

Компания Columbia Pipeline Group (CPG), столкнувшаяся с растущими рисками безопасности, острой необходимостью повышения эффективности управления, старением персонала и препятствием передачи молодому поколению, отсутствием анализа, трудностями принятия решений и другими проблемами, принимая во внимание результаты анализа внутренних и внешних данных компании, влияющее на работу трубопровода, сформировала интеллектуальную систему трубопроводов (IPS), основанной на программное решение GE Predix, интегрированное в PVi, Smallworld GTO и другие профессиональные программные обеспечения. Интеллектуальная система трубопроводов (IPS) осуществляет профилактическое обслуживание оборудования на станционных площадках, активно проводит оценку рисков линейной части, всесторонне повышает уровень безопасности эксплуатации трубопровода.

Итальянская компания SNAM в целях решения проблем, связанных с растущими требованиями к данным, трудностями в управлении эксплуатации и обслуживании активов, усложнением трубопроводных сетей, необходимостью принятия незамедлительного решения по рискам безопасности, а также для повышения эффективности эксплуатации, упорядочила и объединила существующую систему SCADA,

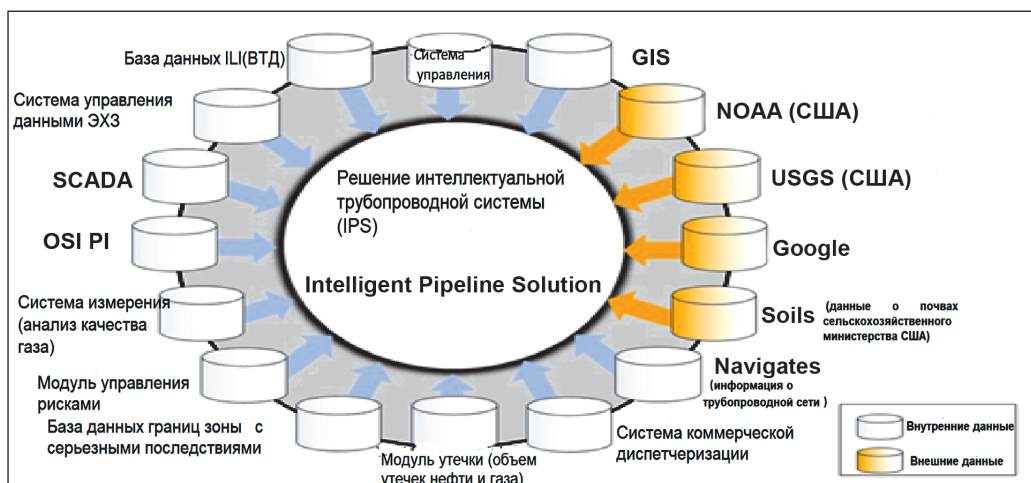


Рисунок 1 – Решение интеллектуальной трубопроводной системы (IPS) CPG

модернизировала диспетчерский центр управления природным газом, смоделировала различные сценарии эксплуатации трубопроводной сети посредством программного обеспечения для имитационного моделирования SIMONE, использовала систему акустического мониторинга ENI, тем самым провела мониторинг утечек в трубопроводе и дефектоскопию трубопровода в реальном времени. Компания дальше продолжает совершенствовать цифровые решения. Компания TransCanada создала информационную систему GeoFind на уровне предприятия. На основе единой географической информационной системы (ГИС) упорядочила и объединила взаимно дополняющие функции системы управления, что позволило быстро и точно определить местонахождение активов, отражать информацию об окружающей среде, предоставлять важные исходные данные для эксплуатации и технического обслуживания трубопроводов, анализировать быстрое развитие динамики деятельности, выдать важные рекомендации по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Применение цифровых технологий на предприятиях магистральных газопроводов

Цифровая трансформация отрасли магистральных трубопроводов природного газа начинается с механизации, электрификации и автоматизации, осуществляет интеллектуальное производство и эксплуатацию за счет цифровизации, вносит изменения в бизнес-модели. В основном на основе восприятия, познания и принятия решений повышает уровень управления эксплуатацией магистральных газопроводов в цифровой форме, всесторонне применяет технологии «интернет вещей», цифровые двойники, оптимизация эксплуатации и большие данные. Используя эти технологии, тесно интегрируется с бизнес-процессами, а затем соединяет все инновации, способствует трубопроводным компаниям осуществлять цифровое преобразование, формирует общую пятиуровневую структуру (восприятие, данные, знание, применение, принятие решений) и реализует ее посредством построения облачной платформы цифрового трубопровода. Формирует комплексное прогнозирование,

всестороннее восприятие, самоадаптация, интегрированное управление трубопроводом и другие способности цифрового трубопровода. Цифровая трансформация динамически адаптируется к изменениям во внешней среде, на рынке ресурсов, в эксплуатации и управлении, способствует увеличению дохода, снижению затрат, повышению эффективности, предотвращению рисков, способствует поддержке приложений и комплексных решений в различных отраслях.

Применение цифровых технологий в управлении строительством трубопроводов

На этапе технико-экономического обоснования (ТЭО) и проектирования с помощью цифровых средств создается облачная платформа проектирования, проектирования и рассмотрения проектной документации осуществляется в режиме онлайн. В настоящее время широко используется полнофункциональное совместное 3D-проектирование. Применяя унифицированные стандарты данных и стандарты передачи, интегрированные трехмерные модели, через платформы цифрового проектирования осуществляется совместное 3D-проектирование с участием специалистов по всем дисциплинам, выполняются прием-передача, отображение и применение результатов 3D-цифрового проектирования, можно управлять динамикой хода проектирования с помощью таких модулей, как процесс проектирования, качество проектирования, управление 3D-визуализацией результатов проектирования и т. д. – все это закладывает фундамент для согласования процесса закупок и строительства.

При управлении цепочками поставок ТМЦ можно охватить весь процесс по электронным тегам «один товар – один код» с помощью цифровых средств и отслеживать ход закупок в реальном времени, заранее предупредить о ходе закупок ключевого оборудования, выполнить полную цифровую передачу ТМЦ, построить интеллектуальные склады, осуществлять сбор данных и инспекцию процесса строительства на этапе строительства линейной части и станционных сооружений. На строительной площадке можно будет просмотреть проектные данные и чертежи. Если на трассе нет возможности подключиться к Интернету, можно заранее скачать необходимые данные и документы. На этапе сдачи выполненных строительных работ и представления данных строительства можно заполнять в онлайн либо офлайн режиме и сохранить их централизованно. При наличии Интернет-сети они

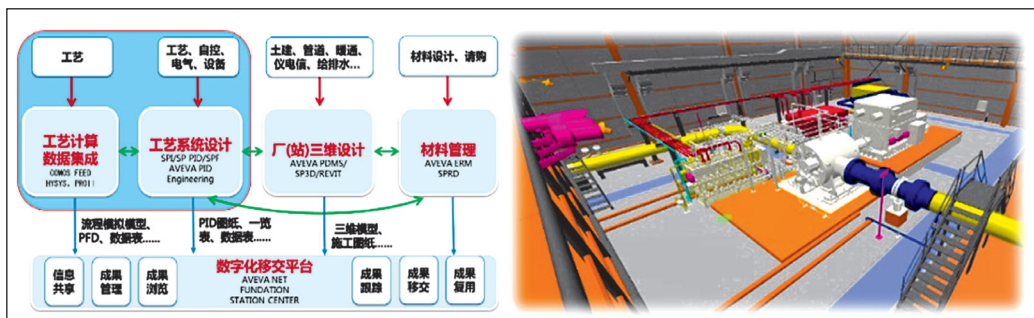


Рисунок 2 – План цифровой прием и передачи строительства газопровода и графика 3D-визуализации станционный площадки

будут загружены и синхронизированы единым образом. В процессе сбора данных строительства, кроме передачи данных и документов, также можно загружать фотографии строительства, тем самым обеспечить 100% сбор данных строительства и автоматическое создание исполнительной документации.

Цифровой двойник создается в период строительства. Полная цифровая передача строительства трубопровода и обратное восстановление данных трубопровода в процессе эксплуатации являются основными способами создания цифрового двойника. Путем полной и непрерывной цифровизации и 3D моделирования этапов строительства начиная от ТЭО, проектирования, поставки и заканчивая строительными-монтажными работами, осуществляет первоначальное создание модели данных цифрового двойника, поддерживается визуализация, профессиональный анализ и вспомогательные решения данных в различной сфере, интеллектуальные приложения применяются в некоторых сферах в экспериментальном порядке.

Применение цифровых технологий в управлении эксплуатацией трубопроводов

1) Управление эксплуатацией. При эксплуатации магистральных газопроводов используются системы PPS, SCADA и другие цифровые средства для осуществления мониторинга в реальном времени основных параметров, таких как температура, давление, расход, плотность и среда, а также для ведения учета аварийных сигналов аномальных данных. С помощью плана транспортировки природного газа и плана технологического регулирования автоматически генерируются ежедневные и ежемесячные отчеты, журнал учета ежедневной эксплуатации и другие аналитические отчеты. Осуществляются функции оптимизации диспетчерского плана и имитационного моделирования трубопроводов при разных режимах эксплуатации за счет создания моделей оптимизации диспетчерского контроля и имитационного моделирования.

В настоящее время широко применяется система комплексного анализа диспетчеризации производства (как показано на рисунке 4). На основе сбора производственных данных в режиме реального времени системы SCADA и базы данных PI, в сочетании с инструментами PI Processbook, технологией ГИС, инструментами BI, анализом больших данных и облачных серверов и др. создана платформа, интегрированная с прикладными функциями, как управление эксплуатацией, управление аварийными сигналами, управление агрегатами, управление энергопотреблением и пользовательские отчеты. Данная платформа способствует осуществлению детализации и информатизации управления, а также повышению уровня управления.

2) Оптимизация диспетчеризации трубопроводной сети. На основе сети магистральных газопроводов, с учетом ограничений, связанных с работой станции на газопроводной сети, принимая во внимание ограничивающие условия, необходимые для удовлетворения диспетчерского плана газопроводной сети, после изучения алгоритма оптимизации сети магистральных газопроводов создать программное обеспечение для автоматической подготовки диспетчерских планов, тем самым реализовать быструю подготовку диспетчерских планов для всей газопроводной сети. Система может автоматически производить расчет, генерировать подходящий пери-

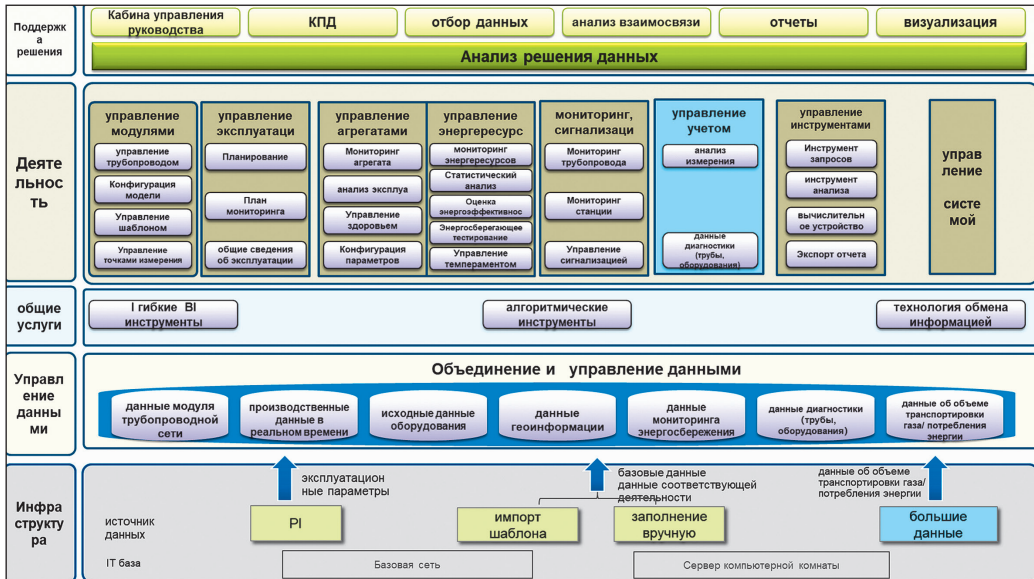


Рисунок 3 – Структурная схема типичной системы комплексного анализа диспетчеризации производства

одический диспетчерский план, оптимизировать режим эксплуатации путем ввода данных первоначального состояния газопроводной сети, плана транспортировки газа головной станции и информации о потребностях газораспределительных станций.

3) Управление оборудованием. По сравнению с узким управлением оборудованием, которое традиционно акцентируется на управление обслуживанием и ремонтом оборудования, управление жизненным циклом оборудования означает всестороннее рассмотрение всего процесса начиная от планирования, проектирования, производства, закупа, установки, эксплуатации, технического обслуживания, модернизации и обновления оборудования вплоть до его списания. В таком случае, каким образом использовать цифровые средства для оптимизации методов управления оборудованием, чтобы обеспечивать максимизацию стоимости активов и оптимизации эффективности эксплуатации в течение жизненного цикла оборудования?

В настоящее время трубопроводные компании широко используют систему EAM (система управления активами предприятия) в управлении эксплуатацией газопроводов, система EAM предоставляет ресурсоемким компаниям управление активами на протяжении всего жизненного цикла. Данная система основана на ведении учета оборудования предприятия и нарядов на работы, отслеживает и управляет весь процесс жизненного цикла активов в соответствии с несколькими возможными режимами, такими как ремонт неисправностей, профилактическое техническое обслуживание и проверка технического состояния.

Применение цифровых технологий в управлении трубопроводами и при аварийно-ремонтных работах

После официального ввода в эксплуатацию газопровода, так как газопровод прокладывается на отдаленных местах, возникают множество скрытых угроз без-

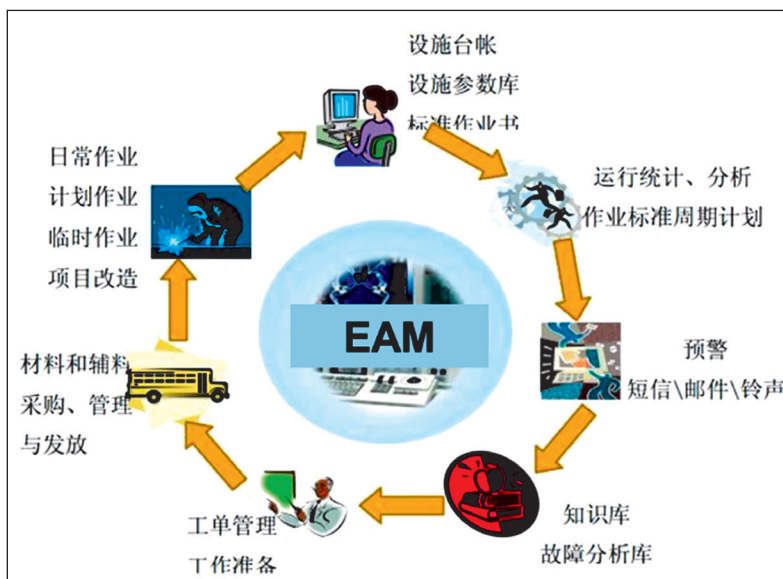


Рисунок 4 – Управление оборудованием с помощью типичной системы EAM

опасности газопровода, включая человеческий фактор, природные условия и др. В целях обеспечения безопасной, стабильной и высокоэффективной эксплуатации цифрового газопровода, используются цифровые средства для проведения технического обслуживания и ремонта, исследования потенциальных угроз безопасности, повышения эффективности технического обслуживания и проверки. Цифровизация управления линейной части газопровода ориентирована на деятельность, связанной с основными данными и улучшением управления, интеллектуализацией управления собственной безопасностью, интеллектуализацией управления рисками третьих сторон, интеллектуализацией управления геологическими катастрофами, интеллектуализацией аварийного ремонта; с помощью различных автоматизированных



Рисунок 5 – Типичное цифровое решение для управления газопроводом

датчиков и спутникового GPS и других современных способов осуществляется сбор данных в режиме реального времени, данные с газопровода передаются в центр данных предприятия через интернет, «интернет вещей» и другие технологии. Для осуществления комплексного восприятия газопровода и управления рисками применяется официальная цифровая система управления предприятием.

В настоящее время при управлении газопроводом и управлении аварийно-ремонтными работами широко используются ГИС (геоинформационная система) и PIS (система управления целостностью трубопроводов). ГИС – это специфическая и очень важная пространственная информационная система. Это – техническая система, которая при поддержке компьютерного программно-аппаратного обеспечения собирает, сохраняет, управляет, вычисляет, анализирует, отображает и описывает соответствующие данные о географическом распределении на всей либо частичной географической пространстве (включая атмосферу). С помощью системы ГИС осуществляется мониторинг безопасности газопровода в сложных природных условиях. Система PIS может осуществлять нормирование, программирование, стандартизацию и информатизацию деятельности трубопроводных компании по управлению трубопроводами, а также может осуществлять управление целостностью трубопроводов на основе рисков, снижает эксплуатационные риски и затраты на нефте- и газопроводах. PIS является системой управления замкнутым циклом с применением шести звеньев, такие как идентификация зоны с высокими последствиями, оценка рисков, оценка целостностью, техническое обслуживание и ремонт, оценка эффективности, а также является системой управления комплексной технической поддержкой.

Применение технологии «интернет вещей» в трубопроводах

Система «интернета вещей» в трубопроводах включает три уровня: сбор, передача и применение. Уровень сбора отвечает за считывание и восприятие; уровень передачи отвечает за передачу информации; уровень хранения и применение отвечает за хранение данных и размещение связанных приложений, таких как интеллектуальный анализ, многофункциональное отображение и др.

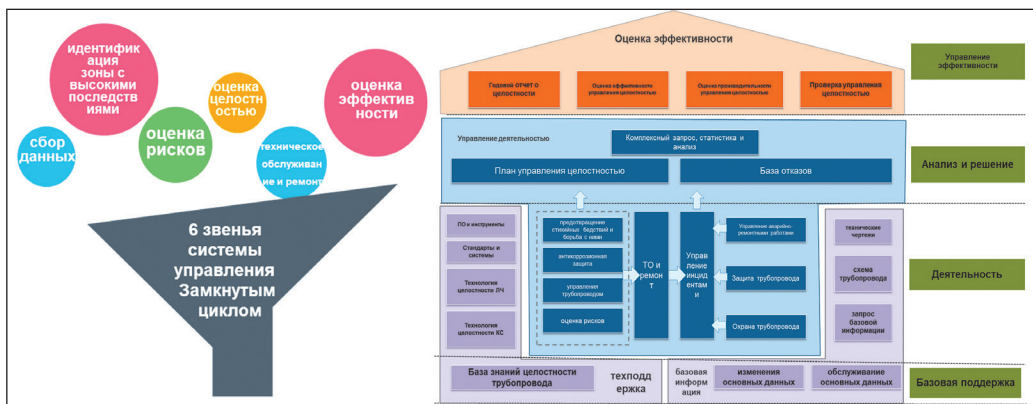


Рисунок 6 – Система управления замкнутым циклом системы PIS и схема системы

1) Мониторинг и диагностика оборудования. Дистанционная диагностика ГПА: осуществляет удаленный мониторинг параметров технического состояния ГПА, анализ диагностики неисправностей, контролирует тенденцию изменения основных параметров ГПА, своевременно обнаруживает признаки и характеристики неисправностей ГПА, проводит анализ их причин; дистанционная диагностика расходомера: собирает параметры ультразвукового расходомера, включая скорость звука потока/среднюю скорость потока, скорость звука/среднюю скорость звука и т. д., собирает параметры расходомера по качеству, включая неисправность датчика, обратный поток, пустую трубу и т. д., проведение дистанционной диагностики расходомера с помощью Интернета, специальных программных обеспечений; дистанционная диагностика крана: с использованием технологии на кранах передает специальные аварийные сигналы эксплуатационному персоналу для определения видов неисправностей; прогнозирование, анализ и диагностика неисправностей системы электроснабжения: включая дистанционный мониторинг электрогенераторов на автоматических электростанциях, мониторинг трансформатора в онлайн-режиме, мониторинг наружных молниеотводов 110 кВ в онлайн-режиме и др.

2) Мониторинг и измерение утечки на станционной площадке: обнаружение утечки газа с помощью метода ультразвукового обнаружения, осуществление автоматического обнаружения и сигнализация утечки природного газа в открытой технологической зоне на станционной площадке, функция измерения утечки в онлайн режиме может автоматически измерять накопленный объем утечек в указанной отрезке времени согласно параметрам эксплуатации газопровода, месторасположения утечки и отрезка времени моделирования, полученные из базы данных в реальном времени; также можно использовать измерения утечки в оффлайн-режиме, для этого необходимо импортировать эксплуатационные оффлайн-параметры через таблицу EXCEL, затем измерять накопленный объем утечек согласно оффлайн-параметрам. Кроме этого, система отображает местоположение утечки на карте и отображает результаты расчета утечки в виде тренда.

Заключение

Интеллектуальные трубопроводы – это направление развития проектов магистральных газопроводов, они имеют глубокое значение в исследовании цифровых газопроводов, также являются необходимым этапом развития. В будущем путем создания интеллектуальных трубопроводов и интеллектуальных трубопроводных сетей будет реализована полная цифровая сдача проектов строительства, будет полностью сформирован цифровой двойник интеллектуальных трубопроводных сетей, будет создана общая сеть восприятия линейной части и станционных площадок, будет усовершенствованы оценка динамики рисков и система управления целостностью станционных площадок. Цифровизация будет способствовать повышению надежности и оптимизации эксплуатации газопроводов, быстрому реагированию на чрезвычайные ситуации, гибкой адаптации к различным потребностям, высококачественному развитию, цифровизация также окажет положительное влияние на сроки строительства, техническое обслуживание и эксплуатацию трубопроводов. 