

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ) В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Рассмотрены как общие вопросы, так и конкретные ситуации использования облачных технологий как элемента технологий информационного моделирования на одном из этапов жизненного цикла строительства. Выявлен ряд проблем, которые препятствуют более широкому внедрению облачных технологий и предложены стратегии для их преодоления. Показаны преимущества от более широкого внедрения облачных вычислений в строительной отрасли.

Ключевые слова: облачные технологии, информационное моделирование, ТИМ-технологии, хранение данных

EDN: YFYJIZ



С.С. Боков



Л.А. Илларионова

При производстве объектов строительной отрасли требуется оперировать большими объемами данных, поскольку по мере реализации проекта постоянно генерируются данные разнородного характера. Данные с разных этапов проекта обычно хранятся на различных носителях: центральный сервер или общий рабочий стол, отдельный рабочий стол, а также персональные ноутбуки, смартфоны и т.д. Таким образом, интеграция данных необходима для общей координации проекта, поскольку невозможность получить доступ к целостному представлению данных часто приводит к неправильным решениям, которые могут задержать проект, а также повлиять на производительность и прибыльность проекта. Традиционное решение в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) заключается в приобретении высокопроизводительных систем для хранения, обработки и анализа данных у своих субподрядчиков. Развертывание

решений на месте требует огромных накладных расходов (питание, охлаждение, безопасность, доступность, обновления), что сопряжено с огромными эксплуатационными расходами. Поэтому нецелесообразно вводить в эксплуатацию инфраструктуру ИКТ на месте для всех проектов из-за огромных первоначальных потребностей в инвестициях. Кроме того, внутреннее вычислительное обеспечение является статичным по возможностям и, как правило, более дорогостоящим для обновления, чтобы удовлетворить внезапный рост потребностей в вычислениях. По данным Росстата от I квартала 2022 года — из 6,1 тыс. строительных организаций, различных по численности и формам собственности 4,4 тыс. — это субъекты малого предпринимательства [1]. Из этого можно заключить, что строительная отрасль более чем на 70% состоит из малых и средних предприятий. И данные предприятия не могут позволить себе вкладывать значительные

Боков Сергей Сергеевич, ассистент, аспирант кафедры «Здания и сооружения на транспорте» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: информационное моделирование в строительстве. Автор восьми научных работ.

Илларионова Лилия Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Здания и сооружения на транспорте» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: проектирование объектов транспортной инфраструктуры. Автор 29 научных работ.

средства в современную инфраструктуру ИКТ, которая является необходимым условием для получения преимуществ от современных цифровых инноваций. Следовательно, строительная отрасль является одной из наименее оцифрованных отраслей.

Облачные технологии, облачные вычисления или просто облако на современном этапе используются как в науке, промышленности, так и в повседневной жизни. Но более широкому использованию их в отрасли строительства препятствуют высокие капитальные затраты на передовые производственные мощности в сочетании с низким экономическим выходом и некоторыми заблуждениями. Рассматривая применение облака как элемента технологий информационного моделирования (ТИМ), проанализируем общие подходы и конкретные решения, возникающие проблемы и способы их решения при внедрении и использовании облачных сервисов.

В строительной отрасли требуются большие инвестиции, поэтому, возможно, участники рынка не слишком охотно экспериментируют с новыми технологиями. По этой причине наблюдается такое медленное внедрение технологий. Несмотря на огромный потенциал облачных вычислений в строительной отрасли, такие приложения не получили широкого распространения. Технология облачных вычислений предоставляет доступные и масштабируемые вычислительные средства, в том числе такие, которые требуют финансовых затрат только по мере использования. Из этого можно заключить, что функциональность облачных вычислений подходит для малого и среднего бизнеса. Поскольку облачные вычисления устраняют затраты на приобретение, установку и обслуживание вычислительных средств, что является существенным препятствием для внедрения ИКТ в строительной отрасли. Чтобы помочь организациям строительной отрасли внедрить технологии облачных вычислений, необходимо рассказать о потенциальных преимуществах технологии облачных вычислений специалистам-строителям. Необходимость восполнить этот пробел в знаниях привела к теме данного исследования.

Полномасштабная цифровизация строительной отрасли заключается в радикальной трансформации производственных отношений, переход от традиционных подходов к решениям предлагаемым ТИМ. Необходимо создать такое цифровое пространство, которое бы охватывало весь жизненный цикл (ЖЦ) объекта строительства, содержало всю необходимую информацию по конкретным периодам ЖЦ, и при этом было бы достаточно гибким для интеграции новых и актуализации имеющихся элементов. Такое пространство представляло бы аналог цифровой эко-

системы, позволяя уйти от традиционных и во многом устаревших способов взаимодействия между участниками процесса [2]. Конечно, мгновенный переход к такому пространству невозможен, как минимум из-за отсутствия цифровых продуктов, способных охватить весь ЖЦ, да и само внедрение технологий информационного моделирования представляет собой сложный и дорогостоящий процесс.

На текущий момент цифровизация строительной отрасли представляет постепенный перевод отдельных периодов ЖЦ к ТИМ-технологиям, их интеграцию между собой в рамках различных систем. Если говорить о роли облачных технологий в этом процессе, то она отличается для разных периодов ЖЦ. Например, для задач строительного проектирования или управления взаимодействием с клиентами и организациями существует достаточное количество решений, которые используются участниками рынка. Применение облачных технологий, которые используются при управлении процессами строительства, позволяют существенно повлиять на стоимость и затраченное время на проект, а именно уменьшить сроки сдачи объекта, снизить стоимость проекта на 30% и сэкономить до 40% времени на проверку информации при проектировании, а также существенно снизить последующие затраты при строительстве и эксплуатации [3–5].

При использовании облачных технологий существуют несколько подходов [4]: SaaS — программное обеспечение как услуга; PaaS — платформа как услуга; IaaS — инфраструктура как услуга; WaaS — рабочее место как услуга; DaaS — данные как услуга.

Для большинства вариантов облачных подходов характерны такие положительные черты, как высокая доступность, с любого устройства, подключенного к интернету; возможность организации совместной работы сотрудников организации; применение программного обеспечения, недоступного конкретному пользователю на его «слабом» устройстве; переход на новые версии программного обеспечения и др. К основному недостатку при работе с облаком относят проблему защиты данных, их безопасности и конфиденциальности [4;6;7].

В июле 2016 года в Минстрое России проходило заседание относительно внедрения «ВИМ-технологий» в строительство, а уже в апреле 2017 года в Правительстве Российской Федерации был утвержден «План мероприятий по внедрению экономической эффективности обоснования инвестиций и технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства» со сроком исполнения — октябрь 2020 года. А с 1 января 2022 года применение технологий

информационного моделирования (ТИМ-технологий) стало обязательным на всех объектах госзаказа. Но применение облачных технологий и в целом ТИМ-технологий зависит как от вида объекта, так и от конкретного этапа ЖЦ. Например, среди объектов, на которых успешно применяются ТИМ-технологии, можно выделить Политехнический музей, Троицкую линию метро и Национальный космический центр [8].

Для рассмотрения более специализированного применения облачных технологий на определенном периоде ЖЦ авторы обратились за комментарием к Иванову А.Г., ведущему инженеру «ЦСГНЭО» — филиал АО «Институт Гидропроект». По его мнению столь положительный опыт применения технологий информационного моделирования, например, на этапе проектирования, располагает применять то же облако и на этапе инженерно-изыскательских работ, которые включают в себя инженерно-геологические, геофизические, геодезические и прочие изыскания. Особенно успешно облачные технологии могут быть задействованы при передаче бурового журнала от полевого геолога камеральной группе. Чаще всего на этом этапе затрачивается значительная часть времени и сил на следующие действия:

- передача данного журнала от полевого геолога, расположенного на буровой, в офис камеральной группы;
- анализ и внесение исправлений ведущим сотрудником камеральной группы в журнал;
- сопоставление информации из журнала фотографиям керна;
- перенос проверенной информации из журнала в программное обеспечение, которое позволяет строить инженерно-геологические колонки в формате, согласованном заранее с заказчиком.

При этом может быть, что:

- полевой журнал утерян или испорчен;
- информация представлена неполно;
- информацию невозможно разобрать;
- описание керна не соответствует полученным фотографиям.

В любом из вышеуказанных случаев сроки получения буровых колонок в электронном виде затягиваются, что может привести к превышению уставленных сроков работ.

На данный момент существуют программные решения, позволяющие частично или полностью автоматизировать процесс, минуя бумажный носитель (буровой журнал), т.е. вносить, анализировать, оставлять замечания, согласовывать, строить геологические колонки в режиме реального времени, что в значительной степени ускоряет процесс выпуска готового отчета.

Отметим, что несмотря на простоту внедрения данного подхода, ТИМ-технологии сталкиваются с рядом проблем:

- отсутствие или несоответствие нормативных документов возможностям того или иного программного обеспечения, реализующего технологии информационного моделирования;
- отсутствие стабильного подключения к сети Internet;
- хрупкость и ненадежность компьютерного оборудования;
- информационная безопасность данных;

Таким образом, как и в любом подходе, в использовании ТИМ-технологий на этапе инженерно-изыскательских работ есть свои преимущества и недостатки. Тем не менее, именно за успешной реализацией данного подхода стоит качественный переход, сулящий положительный экономический эффект [8;9].

Облачные технологии, как элемент информационного моделирования в строительстве, можно связать со всем ЖЦ объекта. На рынке представлены различные облачные решения, как иностранных, так и отечественных компаний. Их можно классифицировать по областям применения, вариантам предоставления услуг, стоимости и т.д. Например, программное обеспечение как услуга (SaaS) — это облачное программное обеспечение для конструирования, которое можно приобрести для использования с оплатой по мере использования и, следовательно, со сниженной стоимостью владения. Общие услуги SaaS в основном представлены зарубежными решениями, такими как: BIM360, Primavera, Oracle Financials, Procore, SmartnetBid. Подробнее информация об некоторых облачных сервисах представлена в табл. 1 вместе с информацией о поставщике, моделью предоставления услуги и основной функцией сервиса. Хотелось отметить, что для одного и того же сервиса модель предоставления услуги может отличаться, что будет зависеть от конкретного пользователя данного сервиса.

С марта 2022 года некоторые компании, предоставляющие различные облачные сервисы, приостановили свою работу в Российской Федерации. И вопросы с поиском вариантов импортозамещения, использования программного обеспечения отечественного производства стали еще актуальнее. Российские системы уже были представлены на рынке, но с текущей экономической ситуацией их доля на рынке может еще возрасти. Из отечественного программного обеспечения (ПО), используемого для организации инженерного документооборота в промышленном и гражданском строительстве, можно выделить следующие продукты: Project Point, INGIPRO, Pilot-BIM, Vitro-CAD. Подробнее инфор-

Таблица 1

Зарубежные облачные сервисы

Облачный сервис	Поставщик услуг	Модель предоставления услуги	Основная функция
Aconex	Oracle	ПО как услуга	Система управления проектами
AWS EMR	Amazon	ПО как услуга	Средство работы с большими данными (BigData)
BIM 360	Autodesk	ПО как услуга	Система управления проектами
e-Builder	e-Builder	ПО как услуга	ПО для управления строительством
EC2	Amazon	Инфраструктура как услуга	Сервер
GAE	Google	Платформа как услуга	Среда разработки
Office 365	Microsoft Corp	ПО как услуга	Офисное ПО
Pivotal CRM	CDC Software APTEAN	ПО как услуга	Отношения с бизнес-клиентами (построено на сервисе Amazon)
Procore Construction Project Management Software	Procore	ПО как услуга	Система управления проектами
ProcureWare	eBid Systems	ПО как услуга	Система закупок
S3	Amazon	Инфраструктура как услуга	Хранилище
Salesforce Service Cloud	Salesforce	ПО как услуга	Управление отношениями
Window Azure	Microsoft Corp	Инфраструктура как услуга	Хранилище

мация о некоторых отечественных облачных провайдерах представлена в табл. 2.

Безусловно нельзя утверждать, что российские компании готовы как к внедрению облачных сервисов, так и к переходу на отечественное ПО. Это многомерные и материально затратные процессы, которые, при всей выгоде от использования облачных сервисов, ассоциируются со сложностью осуществления. Хотя цифровизация в строительной отрасли является, номинально, приоритетным направлением, со стороны государства исходит недостаточно инициатив, поддерживающих внедрение информационных технологий. Поддержкой государства в вопросе внедрения облачных технологий могло бы послужить наличие льготных условий в обеспечении электроэнергией операторов, освобождение от НДС и кредитовании организаций, которые хотят внедрять инновационные технологии в строительную деятельность.

Несмотря на актуальность облачных вычислений для строительной отрасли, существуют определенные проблемы, препятствующие их широкому внедрению:

1. *Проблема задержек.* Использование облачных технологий в строительстве может не гарантировать приемлемую скорость передачи данных и время отклика, необходимые для некоторых приложений, чувствительных ко времени. Это может быть либо проблема с ПО, либо проблема с сетью. Строительные компании, для решения этой проблемы могут работать с поставщиком услуг через выделенный канал, чтобы предотвратить проблемы с задержками, которые могут возникнуть из-за использования сети Интернет. Строительные компании также могут избежать задержек, выбирая поставщиков услуг с более близкими центрами обработки данных, поскольку меньшее количество переходов между поставщиком услуг и клиентом повышает производительность

Таблица 2

Отечественные облачные сервисы

Облачный сервис	Поставщик услуг	Основная функция
BIMDATA	ООО «Цифровая Стройка»	Координация и контроль подрядчиков
Cynteka	ООО «Синтека»	Управление строительством и автоматизация службы снабжения
Gectaro	Gectaro	Автоматизация и учет для строительного бизнеса
INGIPRO	ИНГИПРО	Управление строительством
Pilot-BIM	АСКОН	Организация среды общих данных BIM-проектов
PlanRadar	PlanRadar	Управление строительством
Project Point	Project Point	Организация инженерного документооборота
Vitro-CAD	Витро Софт	Управление данными
АЛТИУС — Управление строительством	АЛТИУС СОФТ	Управление строительной организацией
Сметтер	Сметтер	Автоматизация строительного бизнеса
ЦУС. Цифровое управление строительством	ОСМОКОД	Управление данными

сети. Существуют инструменты мониторинга производительности приложений, которые отслеживают производительность сети, чтобы обеспечить раннюю идентификацию источника проблемы с задержкой и, таким образом, помочь быстро устранить их.

2. Проблема безопасности. Хранение строительного проекта и финансовой информации в общих ресурсах по понятным причинам вызывает озабоченность у строительной отрасли. Обычно считается, что к хранимым данным может получить доступ какой-то неизвестный набор людей, но это скорее психологический дискомфорт. На самом деле наиболее уязвимая часть цепочки данных находится у клиента. Большая часть утечек данных из облака происходит со стороны клиента, тем более что сотрудникам разрешено использовать собственные мобильные устройства для работы. Эти собственные устройства могут быть заражены или даже взломаны. Следовательно, строительным фирмам необходимо разработать внутренние стратегии защиты данных, чтобы предотвратить утечку данных.

3. Проблема доступности данных. Нередки случаи простоя технологий, использующих облачные ресурсы, поскольку технология не может быть вечной. Облачный провайдер, может вынуждено и неожиданно отключить от своих ресурсов. Таким

образом, данные о здании становятся недоступными. Что станет с данными об объекте или более того, со всем проектом? Тем более, если это происходит в середине строительного проекта. Несмотря на гарантии, предоставляемые поставщиком услуги, полностью исключать вероятность таких событий нельзя. Данная проблема может быть решена заранее, если обеспечить совместимость различных поставщиков облачных услуг. Это позволит обмениваться данными между облачными провайдерами, чтобы избежать проблемы блокировки, если провайдер становится недоступным.

4. Проблема управления данными. В строительных проектах задействовано много специалистов, из-за чего возникает необходимость прописывать договорные отношения между заинтересованными сторонами. Это очень важно, поскольку данные вносятся и могут рассматриваться как принадлежащие всем. Может возникнуть вопрос о фактическом владельце данных, поскольку все заинтересованные стороны имеют доступ к данным и обязаны постоянно обновлять данные. Отношения между членами команды разработчиков также являются еще одним моментом, который следует учитывать, при обмене информацией между различными членами команды проекта. Разрешено ли владельцу здания делиться

данными с инженером? Может возникнуть необходимость определить уровень доступа для различных категорий заинтересованных сторон, участвующих в производстве и управлении данными об объекте. Использование приложений должно реализовывать соответствующие функции управления доступом, а не оставлять их поставщикам облачных услуг.

5. Проблемы связи на строительных площадках. Доступ к облачным службам в основном осуществляется через Интернет, поэтому, чтобы максимально использовать преимущества облачных решений на строительной площадке, подключение к Интернету должно быть бесперебойным. Местом реализации проекта иногда может быть слабо развитая местность или сельская местность, обычно с низким уровнем подключения к Интернету или без него. Это наиболее актуальная проблема на территории РФ, особенно для объектов транспортного строительства, энергетической инфраструктуры и т.д. И только совершенствование сетей, переход на современные решения, такие как 5G, могут устранить эту проблему в будущем.

6. Высокая стоимость при долгосрочном использовании. Накопления затрат при использовании облачной инфраструктуры за длительный период могут быть «заоблачными». Это может зависеть от типа предоставляемых услуг. Последствия затрат могут быть неодинаковы для различных типов облачных развертываний даже для одной и той же строительной компании. Аренда высокопроизводительных ресурсов, таких как графические процессоры, для выполнения задач проектной аналитики и машинного обучения может быть существенно высокой.

7. Проблема неэффективного хранения данных. Облачное хранилище предоставляет простой и недорогой способ хранения данных. Однако, кроме необходимой информации, проект может быть перегружен данными, которые собираются, но не обрабатываются и не анализируются для получения какой-либо значимой информации. Например, большой процент данных, генерируемых датчиками, никогда не используется, потому что в большинстве случаев возможности генерации намного превышают возможности аналитики. В большинстве случаев большая часть собираемых данных предназначена для соблюдения нормативных требований. Объясняется это тем, что эти собранные данные, хотя и непригодные для использования сейчас, все же могут быть полезны в будущем для аналитики. Значение данных обычно зависит от времени, так как изначально полезные данные, но не обработанные достаточно быстро, становятся тривиальными, избыточными или устаревшими.

Однако энергия, потребляемая при их хранении и обслуживании становится значительной.

Помимо названных проблем существуют и другие. Например, связанные с организацией работы самого облачного сервера, видами производимых вычислений, особенностями отдельных объектов строительства и др. Все эти проблемы формируют риски, которые строительная компания должна учитывать при использовании облачных технологий.

Технологии информационного моделирования являются следующим шагом в развитии строительной отрасли. Преимущества от их использования неоспоримы, а проблемы внедрения, такие как приверженность к традиционным подходам, бумажному документообороту, высокой стоимости и т.д., можно свести к экономическим и организационным факторам. А использование облачных технологий может нивелировать трудности и благоприятно воздействовать на трансформацию строительной отрасли. Учет проблем и рисков, эффективный менеджмент и грамотное использование облачных сервисов позволяет компаниям повышать свою конкурентоспособность на рынке [10;11].

Выводы

Использование облачных вычислений в строительной отрасли становится более популярным. Что еще более важно, облачные сервисы необходимы малым и средним предприятиям в этом секторе для оцифровки своих процессов, при использовании приложений с поддержкой ТИМ. Основные варианты использования облачных вычислений в строительной отрасли, в настоящее время это системы безопасности, системы хранения данных, системы минимизации расходов, системы управления цепочками поставок, системы энергоменеджмента и системы управление строительством. Строительная отрасль получает выгоду от использования облачных вычислений, направляя вычислительные мощности для анализа данных, защищенного, экономически эффективного и удобного доступа к данным для всех заинтересованных сторон. Облачные технологии используются при технико-экономическом обосновании, на этапах проектирования и строительства ЖЦ объектов. Обратим внимание на то, что их использование на этапах эксплуатации и реконструкции/утилизации ЖЦ объектов по-прежнему непопулярно. Также использование облачных технологий недостаточно ярко выражено в системах управления объектами, управления комфортом пользователей, системах сноса и демонтажа и т. д.



Литература

1. О деловой активности в строительстве в I квартале 2022 года / Федеральная служба государственной статистики (Росстат) : сайт. - URL : <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/del-akt-1-22.pdf> (дата обращения: 15.10.2022). - Текст : электронный.
2. Vilisova, A. D. Cloud information and design environment for interaction of participants in investment and construction projects / A. D. Vilisova, L. I. Mironova. - Текст : электронный // Статья в сборнике трудов конференции — «MODERN SCIENCE AND TECHNOLOGY» - IV Международная научно-практическая конференция, Петрозаводск. 2021. - С. 87 - 95. - URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46611184> (дата обращения: 18.10.2022). - Режим доступа : Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
3. Пестрякова, В. А. Облачные технологии в строительстве / В. А. Пестрякова, В. Е. Ушакова. - Текст : электронный // Статья в сборнике трудов конференции - Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 2021. - С. 837 - 839. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46383397> (дата обращения: 18.10.2022). - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. Конигов, А. И. Хранилища данных в строительной отрасли: принципы построения, области использования / А. И. Конигов. - Текст : электронный // Промышленное и гражданское строительство. - 2020. - №7. - С. 46 - 51. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.07.46-51. - URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43801265> (дата обращения : 18.10.2022). - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
5. Влияние использования BIM-технологий на управление и экономику строительного предприятия / С. А. Мохначёв, Н. М. Якушев, М. Н. Березина, И. М. Старков. - Текст : электронный // Управленческий учет. - 2020. - №1. - С. 26 - 31. - URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44729402> (дата обращения : 18.10.2022). - Режим доступа : Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
6. Сивак, Т. А. Интеграция технологии датчиков отслеживания в информационное моделирование зданий и сооружений / Т. А. Сивак, П. Ю. Кваша. - Текст : электронный // Строительство: наука и образование. - 2019. - Т. 9, №4. - С. 1 - 42. - URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41835511> (дата обращения : 18.10.2022). - Режим доступа : Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
7. Яшин, А. В. Облачные технологии в строительстве: особенности выбора облачных моделей / А. В. Яшин. - Текст : непосредственный // Дни студенческой науки : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости НИУ МГСУ, Москва, 01- 05 марта 2021 года. - Москва : Издательство МИСИ - МГСУ, 2021. - С. 744-747. - EDN: WNRAMI.
8. Куликова, А. И. Облачные и онлайн технологии в бюджетировании затрат в строительной сфере / А. И. Куликова, И. С. Салихова. - Текст : непосредственный // Пространственное развитие Российской Федерации: современные тенденции и вызовы : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 25 ноября 2021 года, под редакцией А. В. Семенова, Л. Г. Руденко, Н. Н. Егоровой. - Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2021. - С. 822 - 828. - EDN: DIEZZB.
9. Конигов, А. И. Перспективные направления в области информационных систем управления строительством / А. И. Конигов. - Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. - 2019. - № 6. - С. 64 - 69. - DOI: 10.33622/0869-7019.2019.06.64-69. - EDN: JJOUZK.
10. Воложенин, А. С. Оценка инвестиционных проектов внедрения облачных технологий / А. С. Воложенин. - Текст : непосредственный // Современная наука и инновации. - 2018. - № 1(21). - С. 27 - 33. - EDN: UUUXAQ.
11. Irfan Čustović, Jianpeng Cao, Daniel M. Hall, Cloud manufacturing for industrialized construction: Opportunities and challenges for a new manufacturing model, Journal of Infrastructure Intelligence and Resilience, Volume 2, Issue 1, 2023, 100027, ISSN 2772-9915, <https://doi.org/10.1016/j.jiintel.2023.100027>.