

- моделирование многослойных напластований, как в теле плотине, так и в ее основании и анизотропию физико-механических свойств;
- решение задач фильтрации в пространственной постановке;
- моделирование противofильтрационных экранов;
- качественное визуальное отображение результатов расчетов виде мозаик, изополей и изолиний.

Литература

1. Гидротехнические сооружения общего назначения. Строительные правила: СП 3.04.01-2021. – Введ. 25.12.2021. – Минск: Минстройархитектуры, 2021. – 50 с.

УДК 004,69

Современные цифровые технологии в проектировании и строительстве: применение и перспективы

Курчевский С. М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведены направления и перспективы использования цифровых технологий в строительной отрасли, занимающие значимое место на современном этапе развития. Цифровизация в строительной отрасли является драйвером инновационных преобразований, ускоряя внедрение технологических инноваций и сокращая длительность инновационного процесса. Основной акцент сделан на обобщение данных и систематизацию основных направлений применения цифровых технологий в строительной отрасли.

На сегодняшний день цифровая революция меняет целые отрасли, что не могло не затронуть сферу строительства. Современные цифровые технологии стали неотъемлемой частью перспективного строительства и проектирования, выйдя за рамки простых изменений. Эта трансформация предполагает внедрение новых строительных технологий, которые оптимизируют строительные процессы, сокращают количество отходов и повышают эффективность.

Строительная отрасль быстро развивается, так как современные строительные материалы и технологии открывают огромный мир возможностей (от цифровых инструментов и внедрения программного обеспечения до робототехники). Эти достижения совершают революцию в строительной сфере.

Инновационные технологии, которые повысили качество строительства: информационное моделирование зданий (BIM-технологии), облачное управление проектами, робототехника, дроны, инновационные материалы, строительные материалы, 3D-печать, дополненную реальность (AR) и мобильные технологии. [1; 2]

Существует четыре основных типа современных строительных технологий: информационные технологии для управления проектами, программное обеспечение для моделирования и проектирования зданий, автоматизация и робототехника, а также современные строительные материалы. Каждый тип играет роль в повышении эффективности и производительности.

Современные строительные технологии включают в себя цифровые инструменты, которые оптимизируют процессы, сокращают количество отходов и повышают эффективность принятия решений. Все это позволяет получать доступ к данным в режиме реального времени, улучшать совместную работу с помощью облачных платформ, прогнозировать аналитику с интеграцией больших объемов данных и использовать автоматизированные оборудования или робототехнику [3].

Внедрение облачных технологий. В современном, быстро меняющемся мире, где используют большой массив данных, в том числе бумажных, облачные технологии управления проектами стали решающим фактором для эффективного решения сложных задач. Эти платформы обновляются в режиме реального времени, облегчая оперативное принятие решений и улучшая взаимодействие между строителями и проектировщиками, что приводит к повышению производительности.

Помимо повышения эффективности, эта технология также значительно снижает затраты на проекты за счет лучшего распределения финансов.

Преимущества облачного программного обеспечения:

1. Улучшенная коммуникация. Облачные программные сервисы обеспечивают быструю и бесперебойную связь между всеми членами команды (от архитекторов до рабочих на стройплощадке) независимо от их местонахождения. Это гарантирует, что они будут в курсе последних изменений в проекте.

2. Доступ к информации в режиме реального времени. Благодаря данным, хранящимся в облаке, доступ к актуальной информации о проекте возможен в режиме реального времени. Это обеспечивает немедленную доступность критически важных данных и позволяет своевременно принимать решения.

3. Улучшенная совместная работа. Эти платформы способствуют улучшению взаимодействию между бригадами, выделяя отдельное место в

центральном хранилище для всех документов, чертежей и графиков, связанных с проектом.

4. Повышенная производительность. Облачное программное обеспечение для управления строительством автоматизирует различные рутинные задачи, что приводит к существенной экономии времени и, следовательно, к повышению производительности.

5. Экономическая эффективность. Она достигается за счет сокращения потребности в физическом пространстве для хранения информации, а также упразднения ручного ввода данных и ведение учета.

6. Качественное управление рисками. Эти платформы предоставляют инструменты для оценки рисков и их снижения, помогая командам выявлять потенциальные проблемы до того, как они станут серьезными.

7. Масштабность. По мере расширения требований к проекту облачное программное обеспечение может быть легко расширено для размещения большего объема данных и большего числа пользователей, обеспечивая возможности устойчивого роста бизнеса.

8. Безопасность данных. Эти системы предлагают надежные меры безопасности, включая шифрование данных и надежную аутентификацию пользователей, что обеспечивает сохранность всех данных, связанных с проектом.

9. Экологичность. Благодаря оцифровке документов и сокращению потребности в бумаге облачное программное обеспечение также улучшает экологию.

Возможности информационного моделирования зданий (BIM)

Строительная отрасль переживает трансформацию, и цифровые технологии, такие как BIM (Building Information Modeling), играют решающую роль. BIM-технология выходит за рамки создания визуально потрясающих 3D-моделей. Она оптимизирует процессы принятия решений на каждом этапе проекта.

Эта новая технология строительства обеспечивает точное цифровое представление как физических, так и функциональных аспектов объекта. Этот бесценный инструмент позволяет архитекторам, инженерам и подрядчикам предвидеть потенциальные проблемы до того, как они станут серьезными.

BIM-технология также помогает сократить отходы и повысить экологичность, контролируя полный цикл проекта, от проектирования до завершения строительства.

Наличие больших объемов операционных данных может значительно повысить уровень эффективности во всех сферах строительства, от этапов планирования до его завершения. Благодаря этому организации могут оперативно принимать решения на основе текущих данных.

Преимущества BIM:

- выявление коллизии и несоответствия;
- внесение корректировок и расчет сметы;
- устранение рисков на объекте ещё до начала работ на стройплощадке;
- оптимизация ресурсов;
- сокращение затраты и упрощение управления строительными процессами [4].

Мобильные технологии. Мобильные технологии повышают наглядность и эффективность. Мобильные технологии, позволяющие в режиме реального времени отслеживать данные о ресурсах и рабочей силе в разных местах, еще никогда не были такими простыми и эффективными. Эти инструменты позволяют нам в любой момент держать руку на пульсе и контролировать все то, что происходит на объекте, обеспечивая постоянную максимальную производительность.

Робототехника в строительстве. Вопреки распространенному мнению, внедрение робототехники в строительное производство не направлено на замену работников. Напротив, роботы повышают производительность и безопасности на стройплощадке.

Роботы с легкостью справляются с рутинными задачами, которые со временем могут стать физически тяжелыми для человека. Кроме того, они доказывают свою ценность, безопасно работая в опасных условиях, где присутствие человека может представлять значительный риск для здоровья и жизни.

Беспилотные летательные аппараты. В последние годы дроны стали жизненно важным компонентом современных строительных технологий. Они открывают уникальные возможности передовая бесценные данные с высоты птичьего полета. Благодаря комплексному обследованию территории и постоянному мониторингу хода строительных работ беспилотные летательные аппараты значительно повышают общую эффективность управления строительством.

Дроны оснащаются передовыми камерами и датчиками, способными снимать изображения или видео с высоким разрешением под недоступными ранее углами. Эксперты в данной отрасли предполагают, что благодаря использованию дронов экономия средств в различных отраслях, включая строительство, может достигать миллиардов долларов.

Представители этой отрасли отмечают, что беспилотные летательные аппараты обеспечивают возможность руководителям проектов удаленно отслеживать текущий строительный процесс в режиме реального времени. Благодаря чему можно оценить объем и качество работ, сравнить с утвержденным строительным проектом и достаточно рано выявить потенциаль-

ные проблемы, тем самым снижая факторы риска, связанные с задержками или превышением финансового бюджета.

Инновационные материалы. В строительной индустрии все чаще традиционные строительные материалы уступают место более совершенным (инновационным материалам). Самой впечатляющей из этих инноваций стал самовосстанавливающийся бетон. Этот уникальный материал использует бактерии для автоматического заделывания трещин, которые появляются со временем, что является распространенной проблемой для бетонных изделий. Помимо самовосстанавливающегося бетона, в строительной отрасли существует еще несколько инновационных материалов:

1. Прозрачный алюминий. Этот новый материал, также известный как оксинитрид алюминия, отличается исключительной прочностью и почти такой же прозрачностью, как стекло. Его применение в строительстве может включать пуленепробиваемые окна или прозрачные конструктивные элементы.

2. Углеродное волокно. Известное своей высокой прочностью на разрыв и малым весом, все чаще используется в строительной отрасли. Его обычно используют в качестве армирующего материала, особенно при строительстве мостов и реконструкции существующих объектов.

3. Изоляционный аэрогель. Аэрогель, который часто называют «замороженным дымом», представляет собой чрезвычайно легкий материал, обеспечивающий впечатляющую теплоизоляцию. Использование аэрогеля при утеплении зданий может значительно снизить затраты на электроэнергию в течение всего срока службы объекта.

5. Графен. Материал рекламируемый как «чудо-материал» невероятно прочен, но при этом легок и гибок. Хотя его использование в строительстве все еще находится в зачаточном состоянии, но потенциальные области применения включают создание более прочных и легких конструкций и возможность применения его в фильтрации воды.

6. Биомиметические материалы. Искусственные материалы имитирующие физические или химические характеристики природных материалов. Основным примером является ракушечный бетон, материал, который имитирует прочность и долговечность морских ракушек.

Эти материалы, наряду со многими другими, все еще находящимися в разработке, предвещают новую эру в строительной отрасли, где экологичность, эффективность и инновационный дизайн станут нормой.

3D-печать в строительстве. 3D-печать – это чудо инженерной мысли, которое открывает новые горизонты для массового производства в строительной отрасли. Этот процесс включает в себя создание трехмерных объектов на основе цифровых моделей путем послойного нанесения строительных материалов. Это обеспечивает непревзойденный уровень свободы

проектирования, позволяя воплощать в жизнь сложные геометрические конструкции, которые когда-то считались невозможными при использовании традиционных методов.

Помимо ускорения производственных процессов, 3D-печать также значительно снижает количество отходов, образующихся во время производства, что является важным преимуществом в глобальной строительной деятельности, которая негативно воздействует на окружающую среду.

Дополненная реальность. Будущее строительство за инновационным внедрением дополненной реальности (AR). Эта технология предлагает уникальный подход к визуализации больших физических объектов и изучению их до начала каких-либо реальных работ, тем самым повышая эффективность и сокращая количество ошибок.

По сути, эти технологии кардинально меняют то, как обычно планируют и реализуют проекты, предлагая беспрецедентный уровень прозрачности и контроля над различными аспектами.

Благодаря таким достижениям, как смешанная реальность, сочетающая в себе элементы технологий виртуальной реальности (VR) и дополненной (AR), появляется потенциал для дальнейших инновационных внедрений в новые области строительства.

GPS-слежения. Внедрение GPS-слежения позволило существенно улучшить безопасность, оптимизировать логистику и повысить эффективность бизнеса. Данная технология позволяет подрядчикам мгновенно находить оборудование или транспортные средства, сокращать время простоя и обеспечивать лучшее использование ресурсов.

Помимо этой функциональности, GPS также способствует повышению техники безопасности на рабочих местах, поскольку позволяет руководителю объектов эффективно контролировать перемещения рабочих, тем самым гарантируя, что они будут находиться в безопасных условиях в течение рабочего времени.

Основные преимущества GPS-слежения:

1. Обеспечивает мгновенный доступ в любое время. Благодаря надежному хранению информации, в режиме он-лайн, доступному через смартфоны или планшеты в любое время и в любом месте, все участники строительного процесса будут в курсе последних событий, даже находясь за пределами офисных помещений.

2. Способствует эффективному взаимодействию. Позволяет всем заинтересованным сторонам (архитекторам, инженерам, субподрядчикам и т. д.) мгновенно обмениваться информацией что, не только экономит время, но и приводит к более бесперебойной работе в целом.

3. Защита важной информации. Поскольку резервные копии всех данных автоматически сохраняются на защищенном сервере, вероятность по-

тери важных файлов из-за человеческой ошибки или неисправности устройства практически невозможно, что делает его идеальным выбором для решения сложных задач.

Внедрение цифровых технологий в строительстве играет важную роль в современном мире. Они позволяют повысить эффективность и безопасность строительного процесса, а также улучшить качество и точность работ. Цифровизация на различных этапах строительства позволяет сократить время и финансовые затраты, а также улучшить взаимодействие между участниками проекта. Однако, внедрение цифровых технологий также сопряжено с определенными проблемами и вызовами, которые требуют дополнительных усилий и ресурсов для их решения. В будущем, цифровые технологии в строительстве будут продолжать развиваться и прогрессировать, открывая новые возможности и перспективы для данной индустрии.

Литература

1. Миронова, Л. И. Современные цифровые технологии и возможность их применения в процессе цифровой трансформации строительной отрасли / Л. И. Миронова [и др.] // Росс. журнал строит. наук и технологий. – 2022. – Т. 8, №1. – С. 55–65.

2. Байбурин, А. Х. Применение цифровых технологий в строительстве: учеб. пособие / А. Х. Байбурин, Н. В. Кочарин. – Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2020. – 167 с.

3. Травуш, В. И. Цифровые технологии в строительстве / В. И. Травуш // Строительные науки. – 2018. – № 3. – С. 107–117.

4. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. – М.: ДМК-Пресс, 2015. – 410 с.

УДК 628.112

Устройство для тампонирувания поврежденного участка ствола водозаборной скважины

Ивашечкин В. В., Медведева Ю. А., Кондратович А. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В работе представлено устройство для тампонирувания поврежденного участка обсадной трубы или фильтра водозаборной скважины, а также технологическая схема тампонажа места притока песка в пескующей скважине.