

Транспортные сооружения / Russian Journal of Transport Engineering <https://t-s.today>

2026, Том 13, № 1 / 2026, Vol. 13, Iss. 1 <https://t-s.today/issue-1-2026.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/09SATS126.pdf>

DOI: 10.15862/09SATS126 (<https://doi.org/10.15862/09SATS126>)

2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Валиев, Ш. Н. Новая технология Bridge Information Modeling информационного моделирования мостового сооружения / Ш. Н. Валиев, А. И. Васильев, А. Х. М. Мустафа, А. В. Кочетков, А. А. Лаптев, М. А. Мусонго, В. С. Смоленкин // Транспортные сооружения. — 2026. — Т. 13. — № 1. — URL: <https://t-s.today/PDF/09SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/09SATS126.

For citation:

Valiev Sh.N., Vasiliev A.I., Mustafa A.H.M., Kochetkov A.V., Laptev A.A., Musongo M.A., Smolenkin V.S. New Bridge Information Modeling technology for information modeling of bridge structures. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2026;13(1): 09SATS126. Available at: <https://t-s.today/PDF/09SATS126.pdf>. DOI: 10.15862/09SATS126. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 624.21/8

Валиев Шерали Назаралиевич

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия

Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: vshn2014@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6326-2233>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=284723

Васильев Александр Ильич

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия

Член диссертационного совета

Доктор технических наук, профессор

E-mail: 655178@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=285715

Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия

Аспирант

E-mail: amjed.mustafa@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3835-2340>

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия

Профессор

Доктор технических наук, профессор

E-mail: soni.81@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-6095>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=179080

Лаптев Александр Александрович

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия

Аспирант

E-mail: laa251299@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7880-7012>

Мусонго Мервейль Акемба

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия
Аспирант
E-mail: merveille.musongo@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0187-6310>

Смоленкин Владимир Сергеевич

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», Москва, Россия
Соискатель
E-mail: atk.007@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4457-908X>

Новая технология Bridge Information Modeling информационного моделирования мостового сооружения

Аннотация. В статье обоснована разработка плагина для Midas CIM, который позволил бы более оперативно обрабатывать информацию из полевых журналов, включая данные о геометрии и состоянии несущих конструкций. Обосновано создание интегрированной информационной базы, которая может быть использована любым специалистом, минимизируя зависимость от отдельных участников процесса. Применение цифровых информационных технологий способствует ускорению формирования отчетов и повышению эффективности управления эксплуатацией мостов. Созданный плагин позволяет сократить время обработки данных, уменьшить риск ошибок и упростить управление результатами обследований пролетных строений мостовых сооружений. С помощью дополненной реальности инженеры-обследователи смогут при наличии информационной модели на основании исполнительной документации, визуализировать скрытые элементы конструкций, такие как арматура и инженерные коммуникации, а также получать доступ к архивным данным об объекте, непосредственно находясь на месте. Разработанный плагин интегрирован с цифровыми и информационными технологиями. Применение BrIM-технологий значительно упрощает процесс подготовки предпроектных и приемочных обследований мостовых сооружений, что является ключевым этапом перед началом любых ремонтных или реконструкционных работ.

Ключевые слова: информационное моделирование; мостовые технологии; проектирование; строительство; эксплуатация; грузоподъемность; состояние; мониторинг; дополнительная реальность; плагин

Введение

Мостовые сооружения имеют важное значение для современных городов и регионов России, обеспечивая связь и мобильность населения. С ростом транспортных потоков и необходимостью обеспечения безопасности движения, исследование параметров несущей системы мостовых сооружений, в частности, пролетных строений, становится стратегически важной задачей.

Это подтверждается тем, что во всех отраслях науки и техники набирает обороты тенденция внедрения цифровых технологий, что нашло отражение и в нормативной документации на проектирование [1; 2].

17 мая 2024 года было принято Постановление Правительство Российской Федерации № 614, в котором сказано, что цифровая информационная модель (ЦИМ) является обязательной частью проектной документации.

При проектировании мостовых сооружений, например, применяется большой спектр программных продуктов из линейки вендоров Autodesk и Siemens. На сегодняшний день перспективно использование программных продуктов Bentley. Из Bentley MicroStation можно импортировать данные в Робур и продукты Autodesk через обменный формат IFC. Но данный САПР не сильно распространен на территории Российской Федерации.

На данный момент проектирование текущих объектов одновременно ведется в САПР Autodesk CIVIL 3D и САПР Робур, параллельно в работе используются программные продукты Autodesk Infracore, Autodesk Navisworks и Autodesk Revit. Однако, имеется возможность применения программных продуктов компании Bentley MicroStation, Bentley i-model ODBC Driver, Bentley MicroStation PowerDraft [3; 4].

Более распространенные САПР системы представлены вендором Autodesk, но учиться придется работе в CIVIL 3D значительно сложнее. Изучение САПР систем, в частности Bentley MicroStation, действительно является прогрессивным скачком в развитии дорожного информационного образования [5].

Исследование параметров пролетных строений в рамках реализации BIM-технологий является актуальной задачей, особенно учитывая наличие в России более 42 тысяч автодорожных мостов [6].

Проблемы внедрения BIM-технологий в транспортном строительстве связаны, в том числе, с интеграцией технологий информационного моделирования и дополненной реальности при проектировании, строительстве и эксплуатации мостовых сооружений [7–9].

В большинстве исследований по вопросам мониторинга текущего состояния мостовых сооружений отмечается, что в условиях современного роста транспортных потоков и увеличения числа мостов, находящихся в эксплуатации, важность эффективного обследования технического состояния этих объектов становится все более актуальной [10].

Несмотря на наличие множества методов и инструментов для оценки состояния мостовых сооружений, традиционные подходы зачастую не обеспечивают необходимый объем данных для создания информационной модели сооружения [11]. Современные технологии, такие как лазерное сканирование и фотограмметрия, могут значительно улучшить качество обследований. Однако их интеграция в общий процесс управления эксплуатацией мостов остается на начальной стадии [12]. В этом контексте использование цифровых информационных технологий (ЦИТ) предоставляет новые возможности для оптимизации процессов обследования и анализа технического состояния мостовых сооружений [12; 13].

Это позволит оценить текущее состояние конструкций и разработать эффективные стратегии их эксплуатации и ремонта [14–16].

Применение технологии информационного моделирования при эксплуатации мостовых сооружений в современных условиях позволяет не только сохранять важную информацию о скрытых конструкциях (например, фундаментах, переходных плитах или армировании), но и аккумулировать данные обследований за различные годы, анализировать изменения технического состояния и выбирать оптимальную стратегию эксплуатации сооружений [17–21].

Зарубежная техническая литература представлена перечнем источников [22–26].

В настоящей статье впервые в мостостроении Российской Федерации заявляется о новой концепции технологии создания и управления цифровой информационной моделью мостовых сооружений как **Bridge information modeling** (BrIM). К одной из основополагающих зарубежных статей относится работа [25].

Целью работы является BrIM оценка эффективности применения технологии информационного моделирования для обследования, испытаний и оценки технического состояния существующих мостовых сооружений.

1. Обоснована разработка плагина для Midas CIM, который позволяет более оперативно обрабатывать информацию из полевых журналов, включая данные о геометрии и состоянии несущих конструкций. Такой плагин может сократить время обработки данных, уменьшить риск ошибок и упростить управление результатами обследований.
2. Обосновано создание интегрированной информационной базы, которая может быть использована любым специалистом, минимизируя зависимость от отдельных участников процесса. Применение цифровых информационных технологий (ЦИТ) способствует ускорению формирования отчетов и повышению эффективности управления эксплуатацией мостов.
3. Созданный плагин позволяет сократить время обработки данных, уменьшить риск ошибок и упростить управление результатами обследований пролетных строений мостовых сооружений.
4. Применение BrIM-технологий значительно упрощает процесс подготовки предпроектных и приемочных обследований мостовых сооружений, что является ключевым этапом перед началом любых ремонтных или реконструкционных работ.
5. Эти технологии позволяют:
 - ускорить формирование отчетов и технических заключений;
 - минимизировать влияние человеческого фактора на качество обследования;
 - создать единый информационный массив, который может быть использован различными специалистами для принятия решений.

Экономическая эффективность внедрения BrIM-технологий также подтверждается снижением временных и финансовых затрат на обследование, расчеты и последующее обслуживание мостовых сооружений. Использование цифровых информационных технологий позволяет оптимизировать процессы управления эксплуатацией мостов, что в конечном итоге способствует повышению их безопасности и долговечности [3].

Технология информационного моделирования (BrIM-технология) это управление объектом на основе информационной модели в течение его жизненного цикла [15; 22].

BrIM-технологии — это реализация принципов системного анализа объекта в любой момент времени с использованием современных электронных вычислительных машин.

Применительно к мостовым сооружениям использование BrIM -технология позволяет оптимизировать как конструктивно-технологические решения, так и режимы эксплуатации [15].

Мостовые сооружения представляют собой одну из наиболее комплексных конструкций в современном строительстве. Их особенность заключается в многоэлементной структуре, которая может включать не только основные несущие конструкции, но и дополнительные элементы — элементы обустройства, переходные конструкции и т. д. [5]. Поэтому при создании проектной документации целесообразно использовать системный подход, предусматривающий детальное моделирование всех составляющих моста в трехмерном пространстве. При этом каждый элемент должен быть рассмотрен как самостоятельно, так и в контексте взаимодействия с другими частями сооружения. Для реализации такого подхода наиболее эффективным является применение электронного информационного моделирования на основе BrIM-технологий [16; 18].

В мостостроении BIM-технологии находят применение не только на этапе проектирования, но и при обследовании, испытаниях и мониторинге эксплуатируемых сооружений. В эксплуатационный период BrIM-технологии могут эффективно использоваться для текущей оценки состояния моста, оптимизация режима его эксплуатации, уточнения сроков ремонтов с учетом фактического износа и накопления повреждений.

17 мая 2024 года было принято Постановление Правительство Российской Федерации № 61¹, в котором сказано, что цифровая информационная модель (ЦИМ) является обязательной частью проектной документации.

Для существующих мостовых сооружений, которые не были запроектированы с использованием BIM-технологий, возможно создание цифровой модели с помощью различных современных методов, таких как лазерное сканирование. Эти данные затем могут быть интегрированы в информационную модель, что позволит оценить текущее состояние мостового сооружения и разработать эффективные стратегии его эксплуатации и ремонта [41; 42; 44].

При обследовании МС используются различные способы получения исходной информации [19].

Наземное лазерное сканирование (НЛС) — это бесконтактный метод высокоточного измерения геометрических параметров объектов, основанный на регистрации отраженных лазерных импульсов. Технология позволяет получать детализированные трехмерные облака точек (LiDAR-данные) с плотностью до нескольких миллионов точек на квадратный метр и погрешностью позиционирования до ± 3 мм на расстоянии 10 м. В контексте BIM-моделирования мостов НЛС обеспечивает сбор данных для создания цифровых двойников, включая геометрию пролетных строений, опор и других конструктивных элементов.

Принцип работы:

1. Лазерный сканер излучает импульсы, которые отражаются от поверхностей объекта.
2. Время возврата сигнала и угол сканирования фиксируются, что позволяет рассчитать координаты каждой точки.
3. Данные объединяются в облако точек, которое затем преобразуется в параметрическую BIM-модель.

Технология дополненной реальности (AR) — это технология, которая позволяет добавлять виртуальные объекты и информацию к реальному миру, обычно через устройство, такое как смартфон или специальные очки. Так как Bridge information modeling (BrIM) включает в себе создание цифровых 3D-моделей мостовых сооружений, которые содержат точные данные о характеристиках сооружений, то в сочетании с концепцией информационного моделирования сооружений технологии AR могут улучшить общее понимание процесса строительства. Связь BIM с AR заключается в том, что AR может накладывать BIM-модели на реальное пространство площадки при строительстве [3; 11].

Этот принцип можно также использовать в процессе обследования мостовых сооружений. С помощью дополненной реальности инженеры-обследователи смогут при наличии информационной модели на основании исполнительной документации, визуализировать скрытые элементы конструкций, такие как арматура и инженерные коммуникации, а также получать доступ к архивным данным об объекте, непосредственно находясь на месте.

¹ Постановление Правительство Российской Федерации № 614 — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405170050>.

В [24] была использована модель автодорожного моста, полученная в результате лазерного сканирования для построения модели AR фактического моста, которую с помощью программных манипуляций удалось конвертировать в формат, открывающийся со смартфона. Автор статьи сделал вывод о том, что эффективность и целесообразность использования 3D-модели моста при обследовании мостовых сооружений достигается только интеграцией с оборудованием AR.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и роботов для обследования труднодоступных мест позволит минимизировать риски для людей, работающих на объектах. Эти устройства могут использоваться для осмотра высоких опор и труднодоступных элементов мостов, например, как промежуточных опор мостов, что сделает процесс обследования более безопасным и эффективным.

Еще более перспективным подходом к обследованию с помощью БПЛА является использование автономных беспилотных летательных аппаратов, благодаря тому, что они имеют ряд преимуществ перед обычными (управляемыми операторами «вручную»):

1. Эффективность: они способны быстро и систематически осматривать большие площади, что экономит время и ресурсы.
2. Повторяемость: автономные системы могут выполнять идентичные маршруты обследования, что обеспечивает последовательность в сборе данных во времени.
3. Интеграция с BIM: данные, собранные БПЛА, можно интегрировать в системы информационного моделирования мостов (BrIM).
4. Регулярность проверок: автономность позволяет проводить обследования по необходимости чаще, что способствует раннему выявлению потенциальных проблем.

Авторами разработана методика применения беспилотных летательных аппаратов (разработки ООО «ГЕОСКАН») и технологий 3D-моделирования при обследовании транспортных сооружений, реализованная, например, при судебно-технической экспертизе ДТП аварии железнодорожного тоннеля на объездной автомобильной дороге в г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация.

Применение автономных БПЛА в процессе обследования сооружений не только повышает эффективность и точность, но и минимизирует риск аварийных ситуаций, которые могут произойти при использовании мостовой автовышки. Например, опрокидывание автовышки в результате нарушения правил безопасности, как показано на рисунке 2.

Метод решения

Автором рассмотрены возможности нового программного комплекса Midas CIM и предлагается разработка специального плагина. Данное объединение, а также интегрирование перспективных методов обследования, можно назвать цифровыми информационными технологиями.

Оценены возможности существующего программного комплекса, реализующего принципы BrIM на примере Midas CIM

Информационное моделирование (BIM) в проектировании транспортных сооружений создает базу данных, содержащую информацию по каждому элементу конструкции. Это позволяет хранить, использовать и модифицировать данные на протяжении всего жизненного цикла объекта.

При проектировании уникальных объектов, в том числе мостовых сооружений, часто требуется использование дополнительных плагинов и расширений для ускорения работы [17].

Midas CIM — это инструмент, ориентированный на проектирование объектов транспортной инфраструктуры, в том числе мостовых сооружений² [14; 18; 19].

Предлагается разработать плагин для преодоления ограничений, существующих в Midas CIM при обследовании мостов, который позволит автоматизировать сбор и обработку данных, полученных во время полевых обследований (рис. 1).

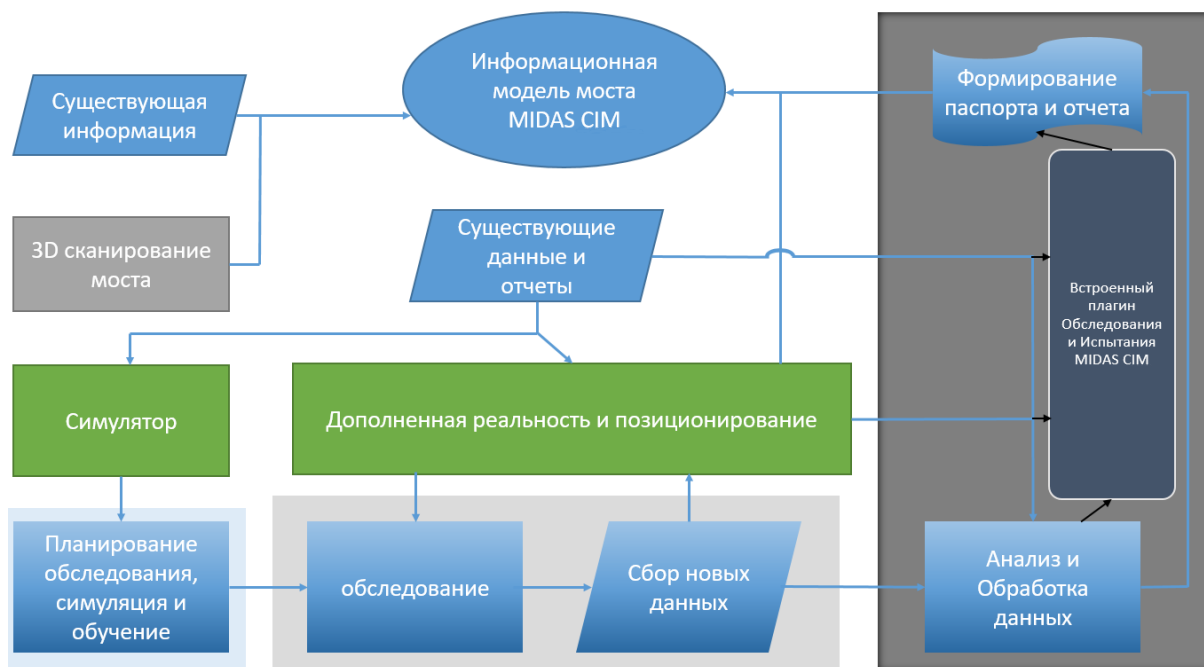


Рисунок 1. Концептуальная схема системы умного моста с интегрированной в работу предлагаемого плагина для MIDAS CIM [1] (разработано А.И. Васильевым)

Этот плагин интегрирован с цифровыми и информационными технологиями и позволит: автоматизировать сбор данных из полевых журналов, включая фактические геометрические параметры конструкций, выявленные повреждения и дефекты; интегрировать данные обследования в информационные модели, что позволит быстро и точно обновлять модель мостового сооружения после каждого обследования; создавать отчеты и формировать технические заключения на основе автоматизированной обработки данных, что сократит временные затраты на подготовку документов.

На представленной выше схеме, термин «Симулятор» или иммерсивные технологии относится к программному инструменту, который используется для моделирования процесса обследования мостового сооружения. Такой симулятор позволяет создавать виртуальную модель моста и прогнозировать различные сценарии, которые могут возникнуть во время обследования. Далее происходит процесс обследования мостового сооружения с помощью устройств дополненной реальности, интегрированных в общую систему сбора данных и плагина Midas CIM [1].

В ходе обследования информация, собранная с помощью плагина, включая цифровые модели, данные о дефектах и результаты измерений, будут автоматически загружаться в систему управления мостами.

² Интернет блог, midas CIM: новая эра в проектировании мостов и транспортных сооружений — URL: <https://midasoft.ru/blog/midas-cim-novaya-era-v-proektirovanii-mostov/>.

На основе анализа временных затрат на выполнение различных этапов обследования мостового сооружения, представленных в таблице В.1 ОДМ 218.4.001-2008³, сформирован прогнозируемый график сокращения длительности работ при внедрении цифровых информационных технологий (рис. 2).

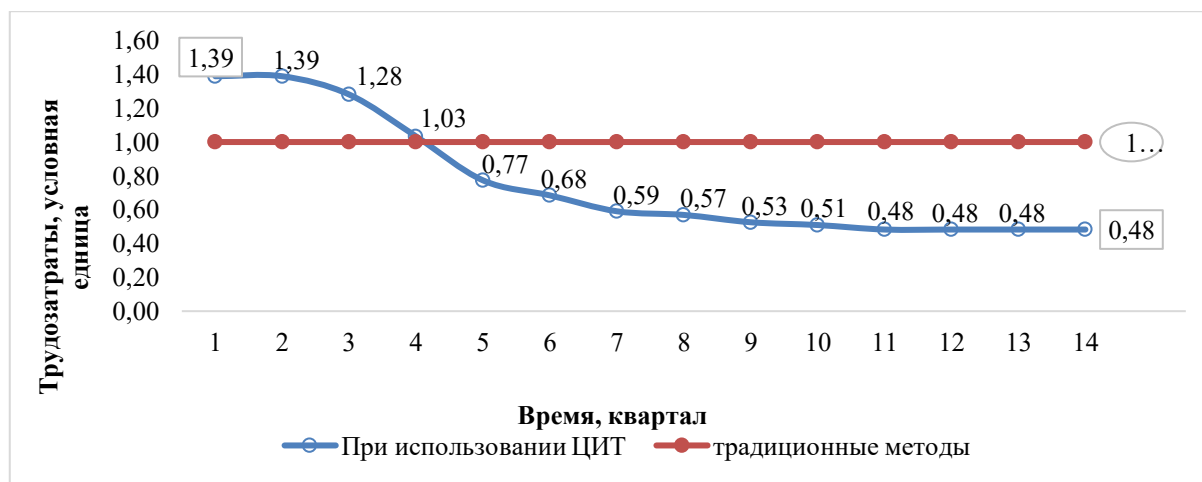


Рисунок 2. Прогнозируемый эффект сокращения трудозатрат по обследованию сооружений с использованием ЦИТ (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд и Васильевым А.И. [1])

График отражает прогнозируемый эффект от использования ЦИТ, начиная с подготовки и обследования объекта до составления итогового научно-технического отчета. Трудозатраты проведения работ традиционными методами условно приняты за единицу.

За счет использования ЦИТ прогнозируемое снижение суммарных трудозатрат при выполнении обследования в долгосрочной перспективе составит около 50 %, что способствует снижению затрат и повышению экономической эффективности.

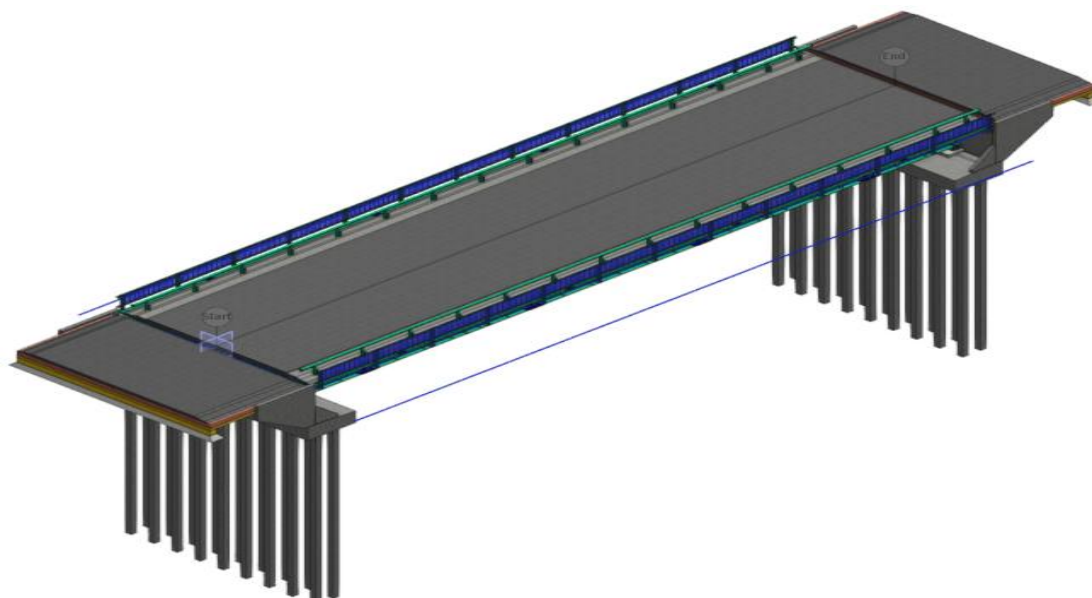


Рисунок 3. Твердотельное моделирование пролетного строения мостового сооружения (разработано Валиевым Ш.Н.)

³ ОДМ 218.4.001-2008, Методические рекомендации по организации обследования и испытания мостовых сооружений на автомобильных дорогах — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200065669>.

На рисунках 3 и 4 представлено моделирование конструктивных элементов пролетного строения эксплуатируемого мостового сооружения.

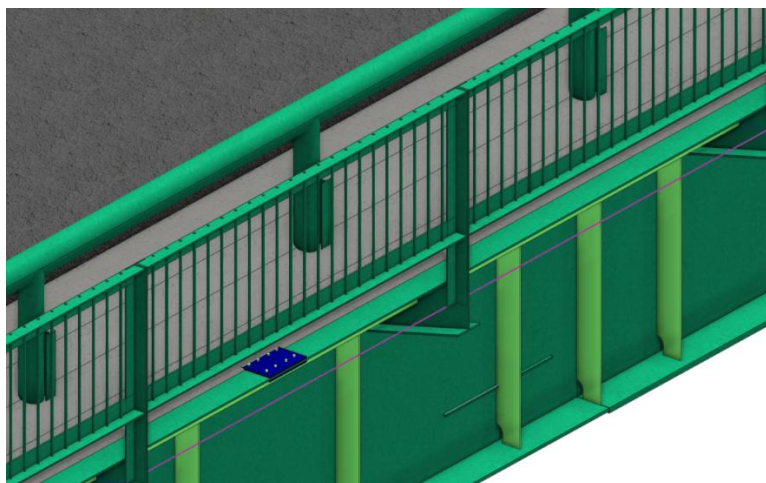


Рисунок 4. Моделирование конструктивного элемента пролетного строения мостового сооружения (разработано Валиевым Ш.Н.)

Применение BIM-технологий при обследовании мостовых сооружений открывает новые возможности для повышения эффективности обследования и выбора дальнейшей стратегии эксплуатации. Их внедрение представляется неизбежным шагом в развитии отрасли, который позволит значительно повысить безопасность, долговечность и экономическую эффективность эксплуатации мостовых сооружений.

Конкретные возможности информационной модели при обследовании заключаются в следующем. Использование информационной модели при обследовании мостовых сооружений дает следующие конкретные преимущества:

1. Ускорение процесса обследования: благодаря наличию цифровой модели, инженеры могут заранее спланировать маршрут осмотра, подготовить необходимое оборудование и сосредоточиться на выявлении дефектов.
2. Точные привязки данных: все выявленные дефекты автоматически фиксируются в модели с точной привязкой к местоположению элемента, что упрощает последующий анализ и формирование отчетов.
3. Автоматизация камеральных работ: после завершения полевых работ данные из полевых журналов автоматически импортируются в модель, где они обрабатываются и преобразуются в готовые отчеты.
4. Коллаборация специалистов: модель может быть доступна всем участникам процесса обследования, включая заказчиков, исполнителей и контролирующие органы, что улучшает коммуникацию и координацию действий.
5. Мониторинг изменений: поскольку модель обновляется после каждого обследования, она позволяет отслеживать изменения технического состояния моста во времени, что помогает прогнозировать возможные проблемы и разрабатывать эффективные стратегии их решения.

В процессе камеральных работ определение грузоподъемности пролетных было выполнено по двум схемам: как с учетом объединения монолитной железобетонной одежды с ортотропной плитой пролетного строения посредством гибких упоров, так и без учета объединения. Итоговая грузоподъемность в паспорте на мост приведена без учета совместной работы железобетонной плиты с металлическими балками пролетного строения. В паспорт внесены изменения. Уточнение грузоподъемности пролетного строения не требуется.

На предоставленных фотоматериалах зафиксировано прогрессирующее развитие смещений опор вышеуказанного моста, которое привело к выходу из строя опорных частей и опиранию пролетного строения через домкратную балку на страховочные клетки.

Домкратная балка в соответствии с типовым проектом 378 КМ1 рассчитана на восприятие опорной реакции, возникающей при монтаже пролетного строения (от собственного веса металла пролетного строения). Помимо собственного веса металла на пролетное строение действуют и другие постоянные нагрузки в виде веса слоев одежды ездового полотна, перил и ограждений безопасности, а также временные подвижные нагрузки от автотранспорта. Усилия, воспринимаемые домкратной балкой, могут оказаться существенно выше проектных значений.

Выполнить расчет домкратной балки затруднительно, поскольку в настоящее время опорная реакция может передаваться на опору через страховочные клетки и через поврежденные опорные части. При таком условии достоверно установить распределение реакции и, следовательно, расчетное значение усилий в домкратной балке и болтовых стыках невозможно.

Для обеспечения безотказной работы сооружения восстановление опорных частей производить нецелесообразно, поскольку для прекращения процесса смещения опор требуется их переустройство или усиление их фундаментов. Таким образом, для недопущения аварийной ситуации на период времени до проведения работ по капитальному ремонту или реконструкции сооружения рекомендуется устроить дополнительные страховочные клетки под нижними поясами балок пролетного строения на опоре 2.

Получены результаты оценки грузоподъемности моста через р. Тыдыльяха на км 702+704 автомобильной дороги «Сургут — Салехард, участок Коротчаево — Новый Уренгой» в Ямало-Ненецком автономном округе. При оценке грузоподъемности сооружения установку временной нагрузки на пролетном строении и значения коэффициентов надежности и динамичности принимается в соответствии с СП 35.13330.2011 и ОДМ 218.4.025-2016.

При детальном обследовании несущих конструкций сооружения, результаты которого представлены в настоящем отчете, была выявлена сверхнормативная толщина дорожной одежды, достигающая 34 см. Дефектов и накопленных повреждений, снижающих несущую способность опор, не обнаружено.

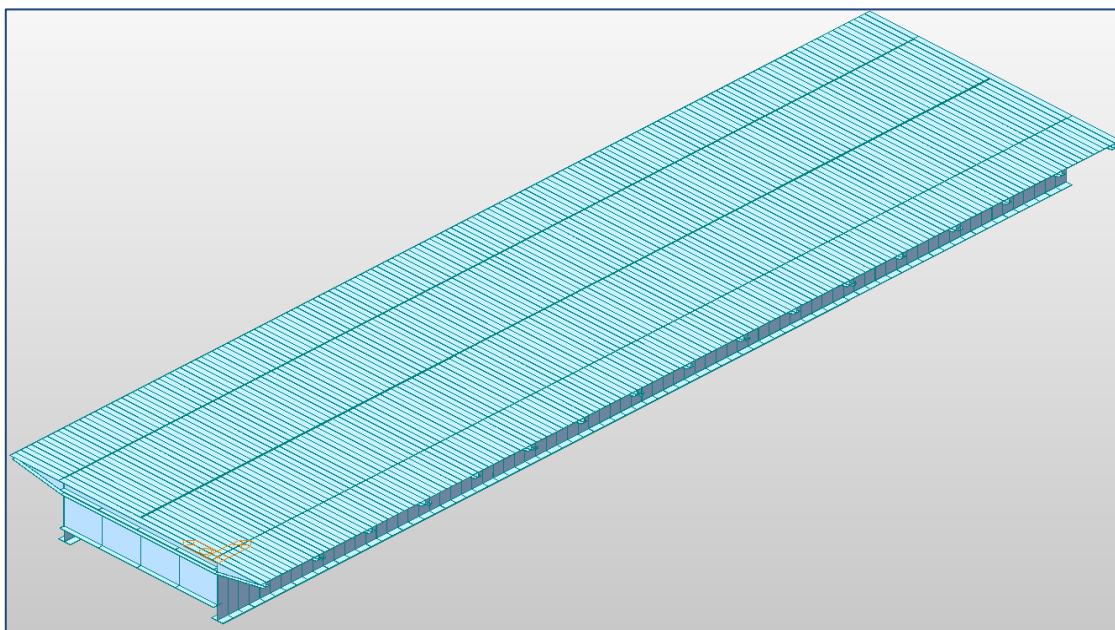


Рисунок 5. Расчетная модель металлического пролетного строения (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд и Валиевым Ш.Н.)

Расчет выполнен с использованием метода конечных элементов по расчетной программе Midas Civil 2019 for Windows (сертификат соответствия № РОСС КR.НВ61.Н30101), а также методики расчета, изложенной в СП 35.13330.2011. Пространственная расчетная схема (рисунок) составлена из балочных элементов общего вида с геометрическими и жесткостными характеристиками сечения, соответствующими проектным параметрам несущих элементов (рис. 5).

Пролетное строение выполнено по типовому проекту 378 КМ1.

Геометрические характеристики несущих элементов пролетного строения приведены на рисунке 6.

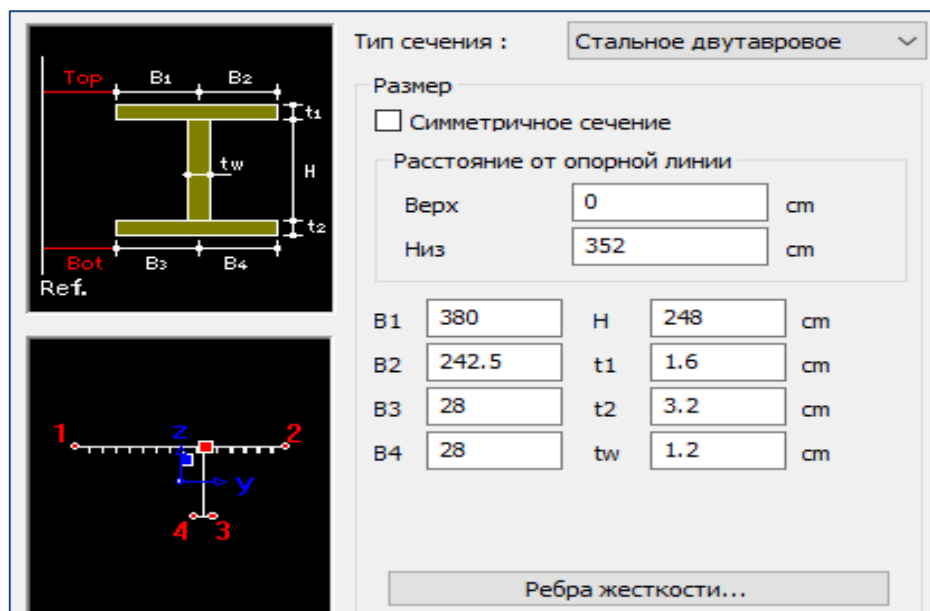


Рисунок 6. Поперечное сечение элементов пролетного строения. Стальная балка в середине пролета (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд и Лантевым А.А.)

В таблице 1 приведен перечень всех постоянных нагрузок, действующих на пролетное строение с соответствующими коэффициентами надежности по нагрузке.

Таблица 1

Сбор нагрузок

Элемент	Толщина слоя, м	Ширина, м*	Объемный вес, т/м ³	Нормативный вес, т	Коэффициент надежности по нагруженности
Цементная подготовка	0,11	5	2,4	1,32	1,1
Плиты ПАГ 14	0,14	5	2,4	1,68	1,1
Асфальтобетон	0,09	3,5	2,3	0,7245	1,2
Барьерное ограждение				0,036	1,1
Перильное ограждение				0,035	1,1

* — ширина ездového полотна принята в пределах одного несущего элемента. Разработано Валиевым Ш.Н.

Назначение постоянных нагрузок для каждого несущего элемента пролетного строения происходит непосредственно в программном комплексе Midas Civil. Нагрузка от собственного веса несущих элементов пролетного строения вычисляется в программном комплексе на основании данных об объемном весе материалов конструкций и их геометрических размерах.

Коэффициент надежности для асфальтобетонного покрытия принимается равным 1,2, так как в расчетах принята фактическая толщина асфальтобетонного покрытия. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса несущих элементов пролетного строения принимается равным 1,1.

Временные нагрузки АК и НК с соответствующими коэффициентами надежности и динамическими коэффициентами учитываются в соответствии со схемами, приведенными в СП 35.13330.2011.

1. Нагрузка АК устанавливается на расстоянии 1,5 м (до центральной оси нагрузки) от полосы безопасности. По ширине проезжей части устанавливается максимально возможное число полос нагрузки. Если нагрузка от пешеходов на тротуары создает неблагоприятное воздействие, ее следует учитывать совместно с нагрузкой АК.
2. Нагрузка НК устанавливается в любое положение на проезжей части, не включая полосы безопасности.
3. Эталонная нагрузка ЭНЗ учитывается в соответствии со схемами, приведенными в ОДМ 218.4.025-2016. Вдоль моста автомобили устанавливаются на расстоянии 12 м друг от друга по ближайшим осям смежных автомобилей. По ширине ездового полотна колонны грузовиков размещают по правилам, предусмотренным для нагрузки АК.

Схемы установки временных подвижных нагрузок на пролетном строении в поперечном направлении приведены на рисунке 7.

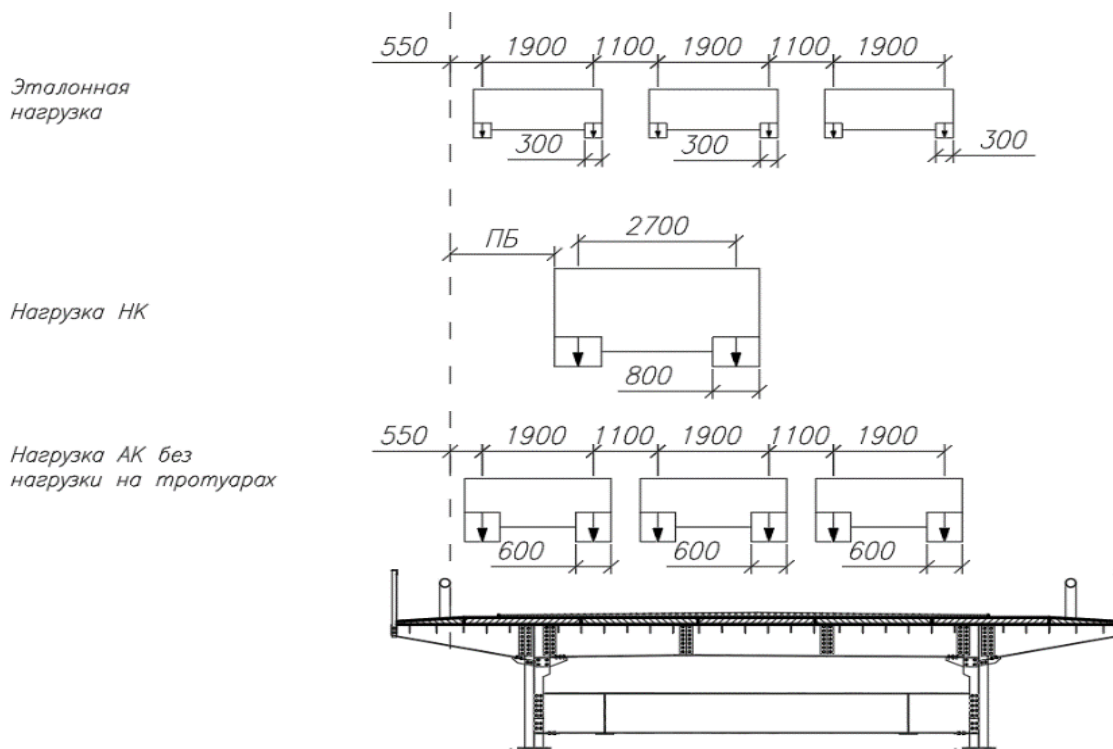


Рисунок 7. Расчетные схемы поперечного расположения временных нагрузок (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд и Смоленкиным В.С.)

Наиболее невыгодное загрузение расчетной нагрузкой А1 среднего сечения пролета показано рисунке 8.

Принято: динамический коэффициент для тележки при расчете главных балок $1 + \mu = 1,4$; динамический коэффициент для равномерно распределенной нагрузки $1 + \mu = 1,0$; коэффициент надежности для тележки $\gamma_f = 1,5$; коэффициент надежности для распределенной нагрузки $\gamma_f = 1,25$; коэффициент полостности для тележек $n_{1...n} = 1, n_2 = 0,6, n_{3...n} = 0,3$; коэффициент полостности для равномерно распределенной нагрузки $n_{1...n} = 1, n_2 = 0,6, n_{3...n} = 0,3$.

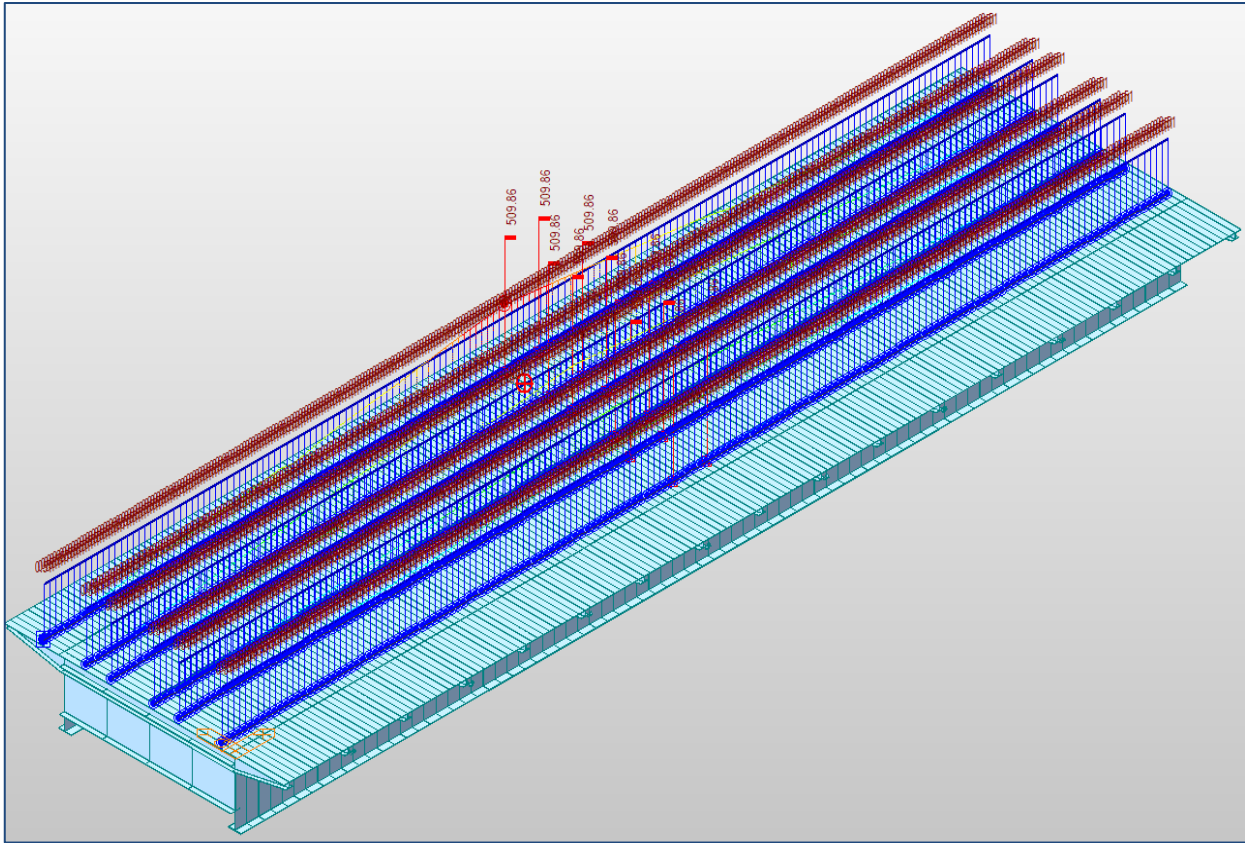


Рисунок 8. Загружение балок без нагрузки на тротуарах (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Нагружение расчетной нагрузкой Н1 среднего сечения пролета показано на рисунке 11. При этом принято: динамический коэффициент $1 + \mu = 1,0$; коэффициент надежности $\gamma_f = 1,1$.

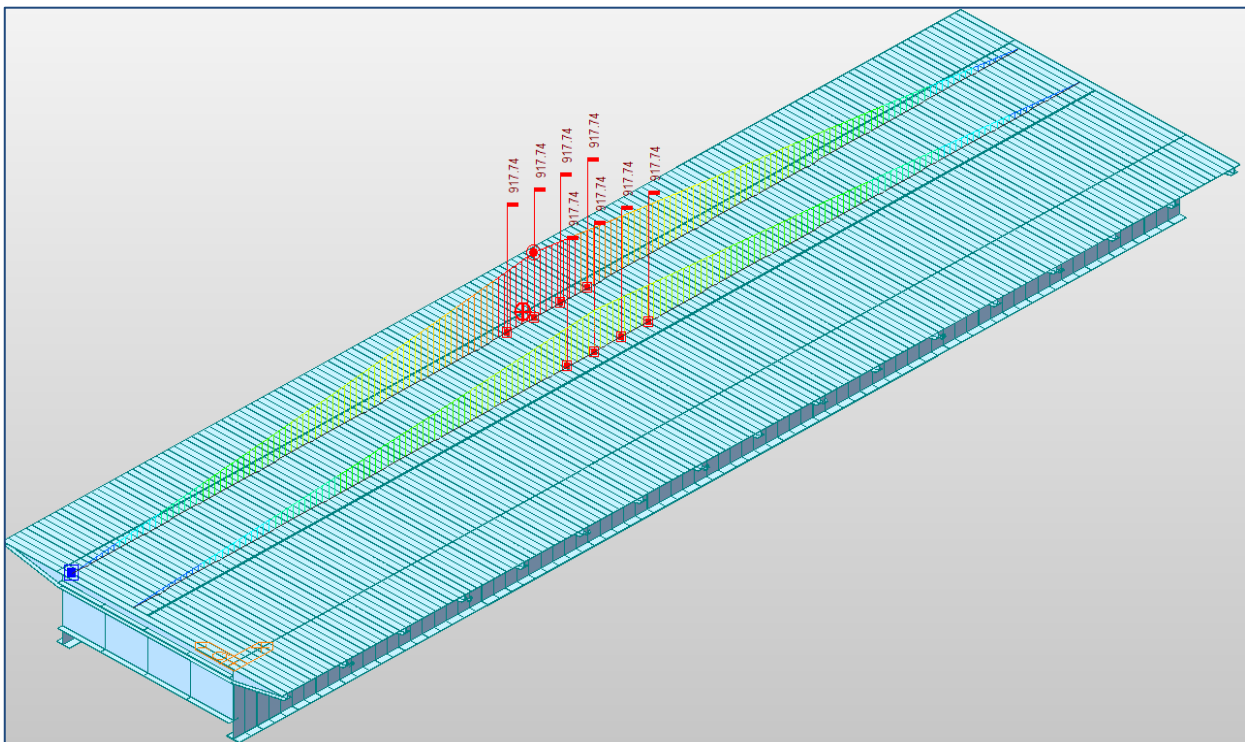


Рисунок 9. Загружение балок (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Наиболее невыгодное загрузке расчетной эталонной нагрузкой среднего сечения пролета показано на рисунке 10. Принято: динамический коэффициент при расчете главных балок $1 + \mu = 1,4$; коэффициент надежности $\gamma_f = 1,2$; коэффициент полноты при $n_{1...n} = 1$, $n_2 = 0,6$, $n_{3...n} = 0,3$.

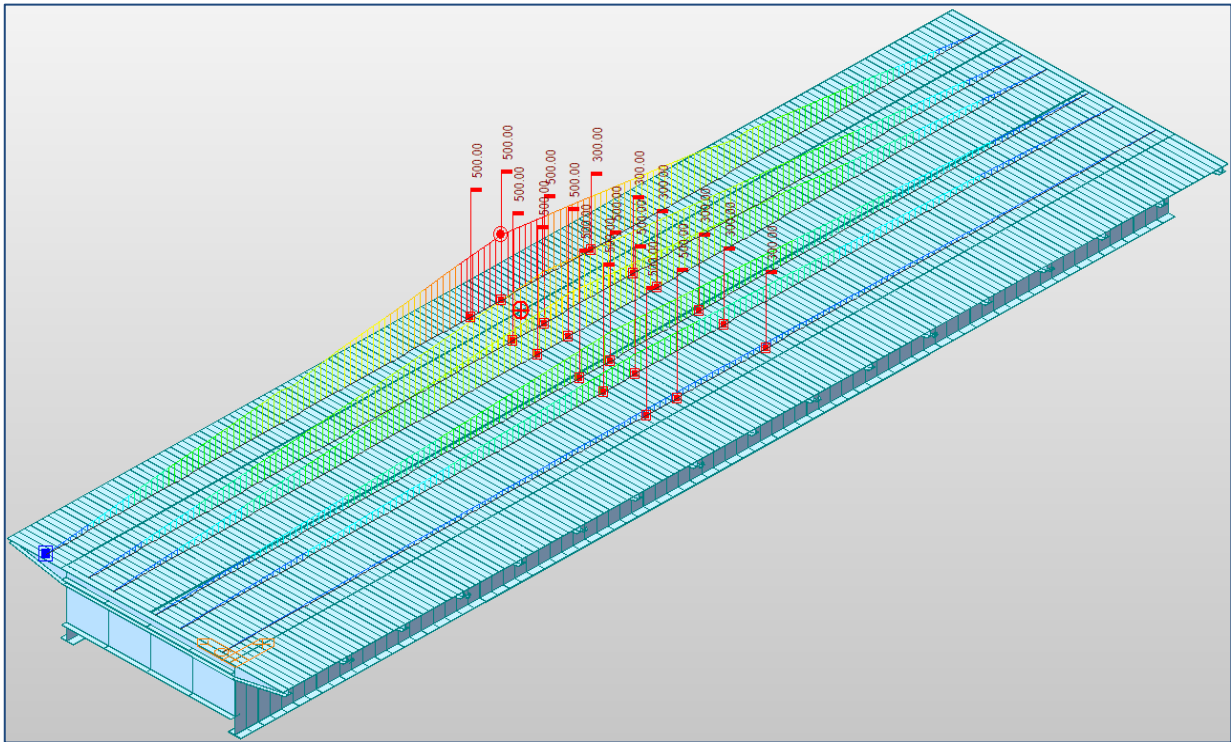


Рисунок 10. Загрузка балок пролетного строения расчетной эталонной нагрузкой (разработано авторами)

Результаты прочностных расчетов главных балок пролетного строения

Несущая способность балок рассчитываемого пролетного строения определялась по прочности нормальных и наклонных сечений с учетом положений СП 35.13330.2011.

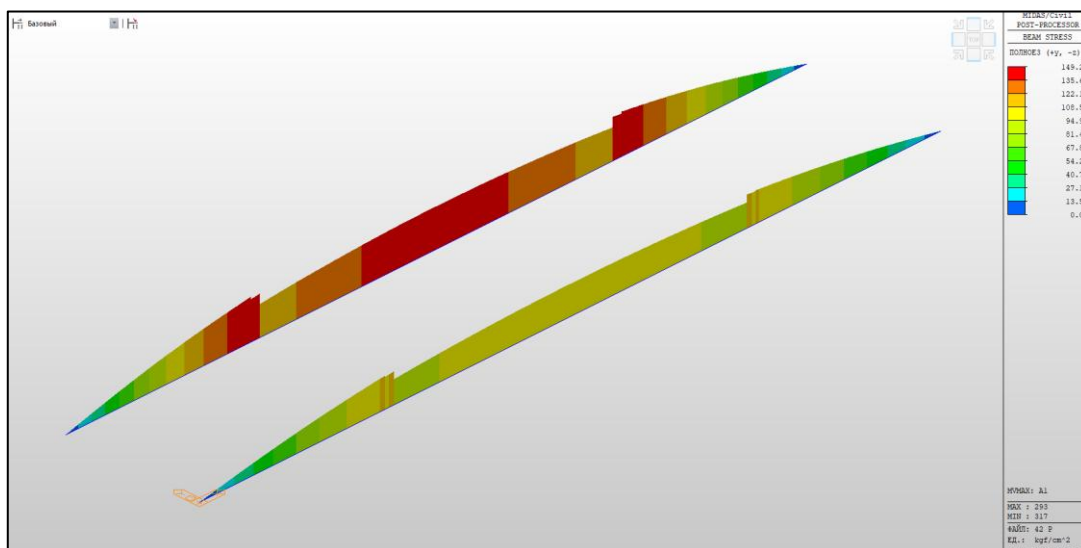


Рисунок 11. Этюра напряжений в нижних фибрах главных балок от загрузки нагрузкой А1, кг/см² (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Расчетное сопротивление стали марки 15ХСНД на изгиб принято $R_y = 2\,900 \text{ кг/см}^2$.

Напряжения в середине пролета от первой и второй составляющих собственного веса составляют:

$$\sigma_{\text{свпост}} = 2\,032,14 \text{ кг/см}^2.$$

Доля напряжений для восприятия временной нагрузки составит:

$$\text{В середине пролета: } \sigma_{\text{вр}} = R - \sigma_{\text{пост}} = 2\,900 - 2\,032,14 = 867,86 \text{ кг/см}^2$$

Загружение расчетной нагрузкой А1 показано на рисунке 11.

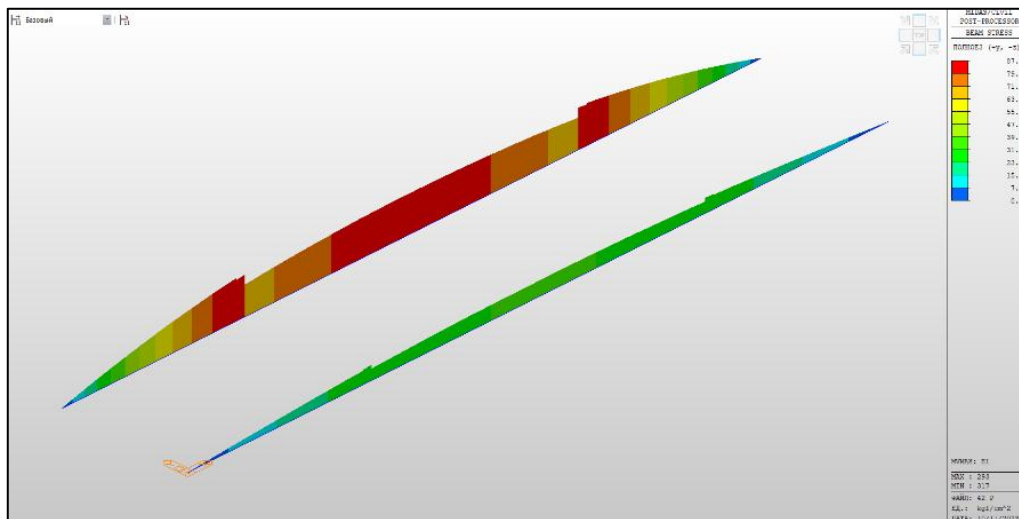


Рисунок 12. Эпюра напряжений в нижних фибрах главных балок от загрузки нагрузкой Н1, кг/см² (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Класс нагрузки АК определялся по формуле:

$$K = \sigma_{\text{вр}} / \sigma_{A1}.$$

В середине пролета: $K = 867,86 / 149,23 = 5,8$. Принимается $K = 5$.

Загружение расчетной нагрузкой Н1 показано на рисунке 12.

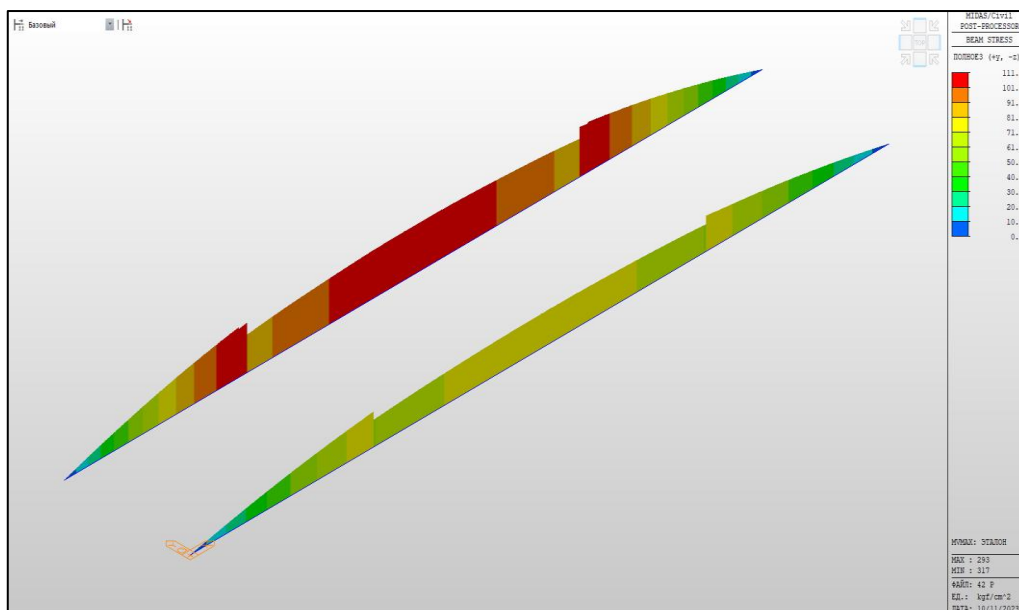


Рисунок 13. Эпюра напряжений в нижних фибрах главных балок от загрузки эталонной нагрузкой, кг/см² (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Класс нагрузки НК определим по формуле:

$$K = \sigma_{вр} / \sigma_{Н1}.$$

В середине пролета: $K = 867,86/87,09 = 9,96$. Принимаем $K = 9$.

Загружение расчетной эталонной нагрузкой показано на рисунке 13.

Допустимая общая масса эталонной нагрузки ЭН3 определяется по формуле:

$$\text{Масса ЭН} = 2,6 * \sigma_{вр} / \sigma_{эт}.$$

В середине пролета: масса ЭН = $2,6 * 867,86 / 111,86 = 20,1$ т.

Принимаем масса ЭН = 20 т.

По итогам поверочного расчета установлено, что грузоподъемность мостового сооружения соответствует классам нагрузок А5, Н9 и полной массе нагрузки ЭН3 — масса ЭН = 20 т. При дальнейшей эксплуатации следует вводить ограничений массы автотранспортных средств.

Оценка технического состояния по безопасности эксплуатации иллюстрируется рисунком 14.



Рисунок 14. Опирание пролетного строения на ригель опоры 2 посредством деревянных клетей под домкратной балкой (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Установлено шелушение антикоррозионного лакокрасочного покрытия металлоконструкций пролетного строения с равномерной коррозией металла.

Коэффициент снижения расчетной скорости K_v характеризуется условиями безопасности дорожного движения и определяется по формуле:

$$K_v = [V] / V_p,$$

где:

[V] — максимальная безопасная скорость легкового автомобиля с обеспеченностью 95 %;

V_p — расчетная скорость для данной категории дороги.

Максимальная безопасная скорость [V] определяется, исходя из состояния ограждений безопасности и покрытия проезжей на части сооружении, а также соответствия ширины габарита проезда и углов перелома продольного профиля нормативным требованиям.

Показатель дефектности ограждений определяется по формуле:

$$D = \frac{h_{\phi}}{h_{TP}} \times n_c,$$

где:

h_{ϕ} — фактическая высота ограждений безопасности;

h_{TP} — требуемая высота ограждений безопасности;

n_c — коэффициент состояния конструкций ограждений.

Износ ограждения безопасности $I_{огр}$ определяется по формуле:

$$I_{огр} = \left(1 - \frac{D \times E}{E_{TP}} \right) \times 100,$$

где:

D — показатель дефектности конструкций ограждений ($D \leq 1,0$);

E — фактическая энергоемкость ограждений, кДж;

E_{TP} — требуемая энергоемкость ограждений, кДж.

Результаты расчета коэффициента снижения расчетной скорости движения по мостовому сооружению сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Определение безопасной скорости движения

Категория автомобильной дороги	3	
Расчетная скорость движения по временному покрытию	100	км/ч
Количество полос движения	2	
Длина сооружения	50,02	м
Коэффициент длины сооружения	1	
Габарит проезда по ширине	10,5	м
Безопасная скорость по габариту проезда	120	км/ч
Коэффициент снижения скорости по габариту проезда	1,2	
Энергоемкость ограждений требуемая	190	кДж
Энергоемкость ограждений фактическая	130	кДж
Показатель дефектности дорожных ограждений D	0,43	
Износ дорожных ограждений $I_{огр}$	71	%
Безопасная скорость по износу ограждений	49	км/ч
Коэффициент снижения скорости по износу ограждений	0,49	
Износ покрытия проезжей части	50	%
Безопасная скорость по износу покрытия	80	км/ч
Коэффициент снижения скорости по износу покрытия	0,8	
Безопасная скорость по углам перелома	20	км/ч
Коэффициент снижения скорости по углам перелома	0,2	
Безопасная скорость по состоянию ограждений на подходах	40	км/ч
Коэффициент снижения по состоянию ограждений на подходах	0,4	
Коэффициент снижения расчетной скорости K_V	0,2	
Безопасная скорость движения автотранспорта	20	км/ч

Разработано А.И. Васильевым

Принимается минимальное полученное значение коэффициента снижения расчетной скорости равно $K_V = 0,2$. Параметром дефектности по безопасности мостового сооружения B_B учитывают совокупность имеющихся дефектов, оказывающих влияние на безопасность эксплуатации мостового сооружения.

При определении параметра V_B , кроме дефектов, оказывающих влияние на безопасность движения по сооружению, рассматривают дефекты и конструктивные особенности сооружения и пересекаемых препятствий, оказывающих влияние на безопасность дорожного движения под сооружением, безопасность прохода пешеходов, механическую безопасность основных конструкций и иные условия безопасности.

$$V_B^{баз} = 6 - D_{B_i}^{max}.$$

Результаты определения показателей безопасности сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Определение показателей состояния по безопасности

Базовый параметр безопасности $V_B^{баз}$		3
Количество дефектов, влияющих на безопасность	Б1	15
	Б2	10
	Б3	2
	Б4	0
Параметр дефектности по безопасности V_B		2,6
Техническое состояние по безопасности K_B		1
Показатель габарита проезжей части $K_{пч}$		5

Разработано А.В.Кочетковым

По результатам расчета получен параметр $V_B = 2,60$.

По полученным значениям параметров K_V и V_B с учетом качественных условий соответствия, в соответствии с таблицей В1 по ОДМ 218.3.014-2011 даем оценку технического состояния по безопасности — предаварийное техническое состояние — и определяем значение показателя технического состояния $K_B = 1$.

Грузоподъемность сооружения соответствует классам нагрузок А5, Н9 и полной массе нагрузки ЭН3 — масса ЭН = 20 т.

По полученным фактическим классам нагрузок с учетом качественных условий соответствия на основании требований таблицы Г.1 оценивается состояние мостового сооружения по безотказности (грузоподъемности), как неудовлетворительное и определяем значение показателя технического состояния по грузоподъемности $K_Z = 2$.

Параметры дефектности по долговечности каждой рассматриваемой основной конструкции или групп конструкций $V_{дi}$ определяется по формулам 5, 6, 7 ОДМ 218.3.014-2011. Для этого сооружение разбивается на основные конструкции и группы конструкций, сведенные в таблицу 4.

Все обнаруженные дефекты и повреждения приведены в ведомости дефектов и повреждений.

Таблица 4

**Результаты вычислений частных показателей
технического состояния по долговечности основных конструкций**

Основные конструкции и группы конструкций	Количество дефектов				$V_{дi}^{баз}$	$V_{дi}$	$K_{дi}$
	Д1	Д2	Д3	Д4			
Мостовое полотно							
Пролетное строение	0	6	1	0	3	2,87	2
Опорные части	2	1	3	1	2	1,9	1
Опоры	5	1	0	0	4	3,88	3
Сопряжение	0	0	0	0	5	5,0	5

Разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд

Используя данные таблицы 4, вычислены показатели:

- минимальной долговечности по формуле:

$$K_{д}^{мин} = \text{MIN}(K_{дi}) = 1,0,$$

- средней долговечности по формуле:

$$K_{д}^{сред} = \sum K_{дi}/n = 2,8,$$

- технического состояния по долговечности сооружения по формуле:

$$K_{д} = 0,5 \times (K_{д}^{сред} + K_{д}^{мин}) = 1,9.$$

Результаты вычислений представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Результаты вычислений параметра
дефектности по долговечности мостового сооружения**

Все конструкции и группы конструкций	Количество дефектов				В _д ^{баз}	В _д
	Д1	Д2	Д3	Д4		
Всего	19	14	4	1	2	1,83

Разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд

По результатам анализа ремонтных мероприятий по таблице Е.1 ОДМ 218.3.014-2011 (в основных конструкциях имеются дефекты, отнесенные к категории Р3), определено значение показателя вида ремонтного воздействия $K_{р} = 3$.

Общая оценка технического состояния мостового сооружения производится следующим образом. Обобщенный параметр дефектности мостового сооружения дает дополнительную возможность ранжирования группы мостовых сооружений по трем основным свойствам — безопасности эксплуатации, безотказности (грузоподъемности) и долговечности. Значение обобщенного параметра дефектности мостового сооружения определяется по формуле:

$$V_{об} = 0,5 \times ((V_{б} + K_{г} + V_{д})/3 + V_{мин}), V_{об} = 1,99.$$

Обобщенный показатель технического состояния искусственного сооружения включает оценки состояния по критериям «безопасность эксплуатации», «безотказность (грузоподъемность)» и «долговечность». Значение обобщенного параметра дефектности искусственного сооружения определяется по формуле:

$$K_{об} = 0,5 \times ((K_{б} + K_{г} + K_{д})/3 + K_{мин}), K_{об} = 1,32.$$

Для рассмотренного мостового сооружения, учитывая значения полученных ранее показателей, в соответствии с ОДМ 218.3.014-2011, дается общая балльная оценка сооружения 1 балл и категорию технического состояния — предаварийное (непригодное для нормальной эксплуатации).

Расчет стального пролетного строения №1 выполнен при помощи расчетного программного комплекса ЛИРА 10.12, основанного на методе конечных элементов.

Расчетная схема пролетного строения сформирована при помощи универсальных конечных элементов (КЭ) пространственного стержня, моделирующих пространственную работу балочного ростверка (рис. 15).

Правила загрузки, коэффициенты надежности, динамический и полосности к временным нагрузкам АК и НК приняты согласно СП 35.13330.2011 [1]. Правила загрузки, коэффициенты надежности и динамический к эталонным трехосным грузовикам ЭНЗ приняты как для временной нагрузки АК, коэффициенты полосности приняты согласно ОДМ 218.4.025-2016.

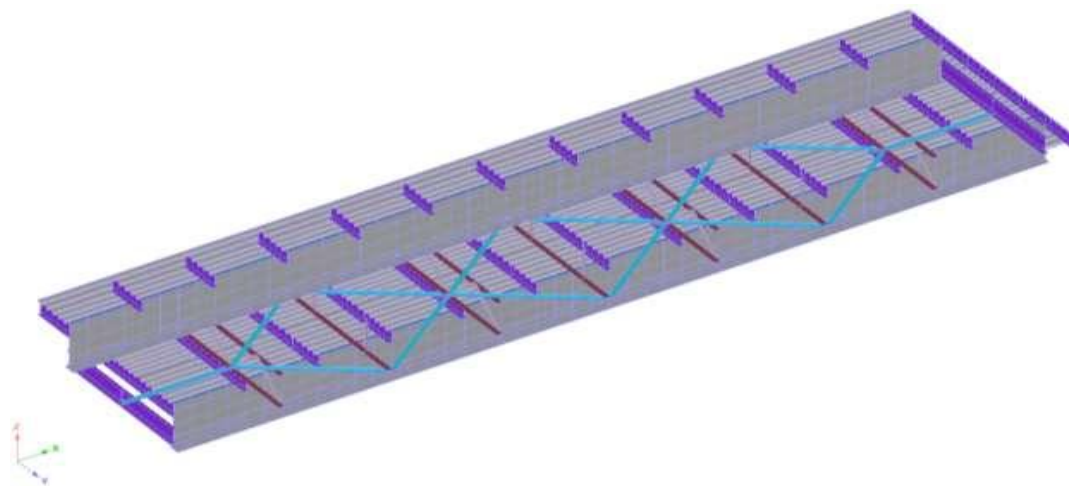


Рисунок 15. Расчетная схема пролетного строения из технического отчета по результатам предпроектного обследования существующих мостовых сооружений (участок км 688 — км 724) (разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд)

Сбор нагрузок. Объемный вес материалов принят согласно Приложения В ОДМ 218.4.025-2016.

Коэффициенты надежности по нагрузке приняты согласно таблице 5.1.1. «Коэффициенты надежности к постоянным нагрузкам и воздействиям» ОДМ 218.4.025-2016.

Интенсивность постоянных нагрузок от собственного веса конструкций пролетного строения задаются автоматически в программном комплексе ЛИРА 10.12 (табл. 6).

Таблица 6

Интенсивность постоянных нагрузок от слоев дорожной одежды и от ограждений

Номер балки	Б1	Б2	
Нормативная нагрузка от слоев дорожной одежды	Над ОП1	0,625	0,575
	в L/2	0,75	0,725
	Над ОП2	0,8	0,675
Расчетная нагрузка от слоев дорожной одежды	Над ОП1	0,75	0,69
	в L/2	0,9	0,87
	Над ОП2	0,96	0,81
Нормативная нагрузка от ограждений, тс/м		0,12	0,12
Расчетная нагрузка от ограждений, тс/м		0,132	0,132

Разработано А.И. Васильевым

Подробные геометрические характеристики пролетного строения имеются в типовом проекте — 378 КМ1.

Расчетный пролет — $1 \times 42,0$ м.

Данные о марке стали пролетного строения отсутствуют, для расчета принята сталь по типовому проекту с минимальным значением расчетного сопротивления по пределу текучести 15ХСНД, равное $R_y = 295$ МПа в соответствии с табл. 8.5 СП 35.133330.2011.

Определение усилий от постоянных и временных нагрузок производилось следующим образом. Размещение временных нагрузок на пролетном строении принято с учетом фактической толщины дорожной одежды, а также дефектов и повреждений, которые оказывают влияние на несущую способность конструкции.

Нагрузка АК и ЭНЗ установлена в крайнее левое положение в пределах габарита мостового полотна.

Нагрузка НК установлена в крайнее левое положение в пределах габарита мостового полотна (вне полос безопасности). Технический отчет по результатам предпроектного обследования существующих мостовых сооружений (участок км 688 — км 724, рисунки 16 и 17).

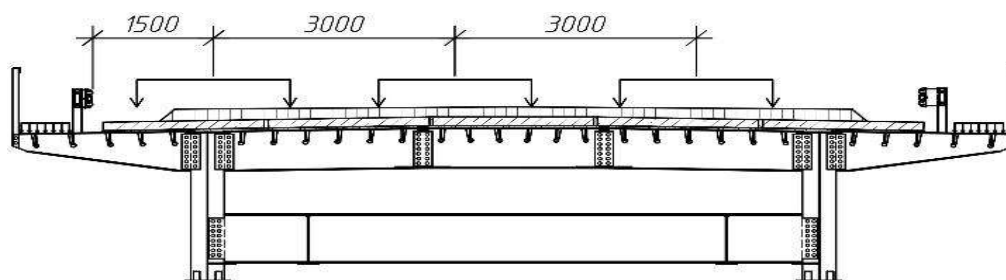


Рисунок 16. Схема размещения на пролетном строении № 1 временной нагрузки АК и пешеходной нагрузки (разработано авторами)

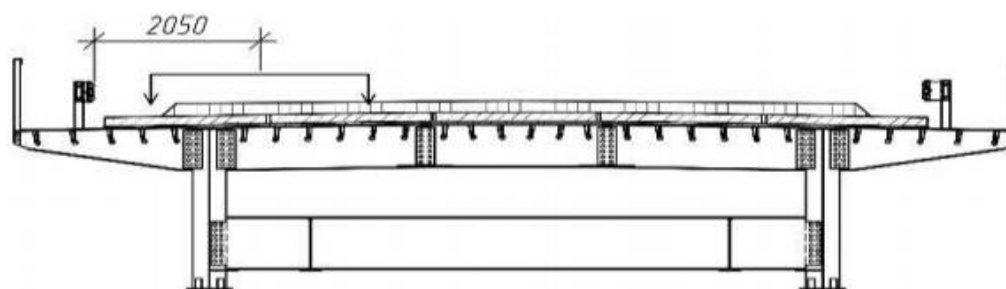


Рисунок 17. Схема размещения на пролетном строении № 1 временной нагрузки НК (разработано Валиевым Ш.Н.)

Расчетные напряжения в наиболее загруженных элементах пролетного строения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Расчетные напряжения

Расчетное сечение	Элемент	Нормальные напряжения от всех нагрузок, кПа	Нормальные напряжения от толпы на тротуарах, кПа	Нормальные напряжения от А11, кПа	Нормальные напряжения от Н11, кПа	Нормальные напряжения от ЭНз, кПа	Суммарные нормальные напряжения в сечении, кПа	Расчетное сопротивление, кПа
Над опорой № 1	Ортоотропная плита тротуара	15 244	6 341	45 530	25 477	40 300	67 116	295 000
	Ортоотропная плита проезжей части	11 832	49 579	513 911	272 222	445 543	575 322	295 000
	Стенка главной балки	97 937	4 981	76 112	47 714	75 224	179 031	295 000
Пролет № 1 L/2	Ортоотропная плита тротуара	5 003	19 599	213 829	135 156	208 330	238 430	295 000
	Ортоотропная плита проезжей части	1 841	79	14 159	6 533	17 039	18 880	295 000
	Стенка главной балки	191 853	11 031	149 618	99 744	167 131	358 983	295 000

Разработано Мустафа Амджед Хуссейн Махмуд

Обсуждение результатов

Полученные максимальные величины напряжений от постоянных и временных нагрузок превышают предельные значения. Фактические классы нагрузок по ОДМ 218.4.025-2016 для пролетного строения № 1 составляют: класс нагрузки АК — 5,0; класс нагрузки ЭНЗ — 15,7; класс нагрузки НК — 11,4. Размещение временных нагрузок на пролетном строении принято с учетом фактической толщины дорожной одежды, а также дефектов и повреждений, которые оказывают влияние на несущую способность конструкции. Полученные максимальные величины напряжений от постоянных и временных нагрузок превышают предельные значения.

Выводы

1. В настоящей статье впервые в мостостроении Российской Федерации заявляется о новой концепции технологии создания и управления цифровой информационной моделью мостовых сооружений как Bridge information modeling (BrIM).
2. Обосновано создание интегрированной информационной базы, которая может быть использована любым специалистом, минимизируя зависимость от отдельных участников процесса. Применение цифровых информационных технологий способствует ускорению формирования отчетов и повышению эффективности управления эксплуатацией мостов.
3. Разработана методика применения беспилотных летательных аппаратов (разработки ООО «ГЕОСКАН») и технологий 3D-моделирования при обследовании транспортных сооружений, например, при судебно-технической экспертизе ДТП аварии железнодорожного тоннеля на объездной автомобильной дороге в г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустафа А.Х.М. Эффективность использования цифровых информационных технологий при обследовании мостовых сооружений / А.Х.М. Мустафа, А.И. Васильев, А.А. Лебедев // Транспортные сооружения. — 2025. — Т. 12, № 1. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82556535>. — DOI: [10.15862/07SATS125](https://doi.org/10.15862/07SATS125). — EDN: [HCNVDC](https://elibrary.ru/HCNVDC). (дата обращения: 30.04.2025).
2. Бураков Р.А. Применение технологий BIM в транспортном строительстве / Р.А. Бураков // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России: материалы XV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Волгоград, 2021. — С. 18–25. — EDN: [AULOGK](https://elibrary.ru/AULOGK). (дата обращения: 12.12.2024).
3. Валиуллина С.А. Проблемы внедрения BIM-технологий в транспортном строительстве / С.А. Валиуллина, И.Г. Овчинников // Химия. Экология. Урбанистика. — 2021. — Т. 3. — С. 177–180. — EDN: [ZRPPTI](https://elibrary.ru/ZRPPTI). (дата обращения: 12.12.2024).
4. Герчик А.В. Интеграция технологий дополненной реальности в строительстве / А.В. Герчик, В.Д. Владынец // 60-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. — 2024. — С. 447–450. — URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/57345/1/Gerchik_Integraciya.pdf. (дата обращения: 12.12.2024).

5. Григорьева Д.Э. Использование плагинов в BIM-программах при проектировании элементов мостов / Д.Э. Григорьева, Н.А. Николаева // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: материалы Шестой национальной (всероссийской) научно-технической конференции. — Петропавловск-Камчатский, 2024. — С. 95–98. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-3d-modelirovaniya-v-gidrotehnicheskom-stroitelstve>. (дата обращения: 12.12.2024).
6. Ефимов С.В. Применение технологии информационного моделирования при разработке проекта ремонта мостового сооружения / С.В. Ефимов, А.В. Паторняк, И.В. Чаплин // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. — 2024. — № 3(60). — С. 113–121. — DOI: [10.24866/2227-6858/2024-3/113-121](https://doi.org/10.24866/2227-6858/2024-3/113-121). — EDN: [DPKWBE](https://www.edn.net/DPKWBE). (дата обращения: 12.12.2024).
7. Зиннуров Т.А. Эффективность применения BIM-технологий при проектировании мостов / Т.А. Зиннуров, Д.А. Бакланов // Наука. Технологии. Инновации — 2024: сборник статей Международной научно-практической конференции. — Петрозаводск, 2024. — С. 95–101. — EDN: [SJACSV](https://www.edn.net/SJACSV). (дата обращения: 12.12.2024).
8. Информационное моделирование в транспортном строительстве / С.В. Чижов, А.А. Антонюк, Ю.В. Авдей, М.Е. Петрик // Путь и путевое хозяйство. — 2023. — № 12. — С. 27–30. — EDN: [DCXHJE](https://www.edn.net/DCXHJE). (дата обращения: 12.12.2024).
9. Кинятов Е.М. Разработка метода проектирования объекта с использованием BIM-технологий / Е.М. Кинятов // Наука. Технологии. Инновации — 2023: сборник статей Международной научно-практической конференции. — Петрозаводск, 2023. — С. 231–240. — EDN: [NHSGFV](https://www.edn.net/NHSGFV). (дата обращения: 12.12.2024).
10. Морина Е.А. BIM-технологии в мостовом проектировании / Е.А. Морина, А.И. Макаров // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2017. — № 6(57). — С. 30–46. — DOI: [10.18720/CUBS.57.3](https://doi.org/10.18720/CUBS.57.3). — EDN: [ZHHHNZ](https://www.edn.net/ZHHHNZ). (дата обращения: 14.07.2024).
11. Малышева М.С. Применение BIM технологий в возведении мостов / М.С. Малышева // Инновационный дискурс развития современной науки и технологий: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. — Петрозаводск, 2022. — С. 95–98. — EDN: [YMWFFQ](https://www.edn.net/YMWFFQ). (дата обращения: 12.12.2024).
12. Гура Д.А. BIM технологии при строительстве и диагностике мостов / Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко, В.С. Чумак // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". — 2018. — № 2. — С. 174–181. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34939970>. — EDN: [OSHRSZ](https://www.edn.net/OSHRSZ). (дата обращения: 22.07.2024).
13. Новые направления в информационных технологиях строительства автомобильных дорог / А.В. Сотников, А.В. Кочетков, Л.В. Янковский // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы международной научно-практической конференции. — Пермь: ПНИПУ, 2022. — С. 297–300. — EDN: [LFJETK](https://www.edn.net/LFJETK). (дата обращения: 12.12.2024).
14. Паторняк А.В. Опыт применения специализированных программ для информационного моделирования мостов / А.В. Паторняк, В.А. Краева // Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. — Москва, 2023. — С. 159–167. — EDN: [LTLGNH](https://www.edn.net/LTLGNH). (дата обращения: 12.12.2024).

15. Разяпов Р.В. Применение методов дополненной реальности в строительстве / Р.В. Разяпов // Экономика строительства. — 2021. — № 5(71). — С. 48–58. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46589772>. — EDN: [BWTQCW](#). (дата обращения: 12.12.2024).
16. Сазиков Р.С. Реконструкция моста с помощью BIM-технологии и 3D-моделирования / Р.С. Сазиков, Н.Р. Урманцева // Наука и инновации XXI века: сборник статей по материалам VII Всероссийской конференции молодых ученых: в 2 т. — Сургут, 2021. — С. 90–93. — EDN: [ONAOJR](#). (дата обращения: 12.12.2024).
17. Тонкушин Я.В. Моделирование обтекателей с применением BIM-технологий для подвесок моста "красный дракон" / Я.В. Тонкушин, Н.Е. Брацунов // Наука и молодежь XXI века: материалы регионального форума: в 3-х частях. — Новосибирск, 2023. — С. 12–16. — EDN: [DSAIKR](#). (дата обращения: 12.12.2024).
18. Чучалина В.П. Применение технологии информационного моделирования в мостостроении / В.П. Чучалина, А.С. Челноков // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сборник материалов VIII Межд. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к празднованию 300-летия Российской академии наук. — Омск, 2024. — С. 402–405. — EDN: [AOXGCA](#). (дата обращения: 12.12.2024).
19. Чжо З.А. Новые возможности и перспективы в проектировании мостов при использовании информационного моделирования / З.А. Чжо // Аспирантские чтения: сборник научных статей аспирантов ИПСС РУТ (МИИТ) / под общей редакцией Т.В. Шепитько. — Москва, 2018. — С. 99–106. — EDN: [VPGOPT](#). (дата обращения: 12.12.2024).
20. Чжо З.А. Анализ программ информационного моделирования при проектировании мостов / З.А. Чжо // Мир транспорта. — 2017. — Т. 15, № 6(73). — С. 148–154. — EDN: [YTBSIW](#). (дата обращения: 12.12.2024).
21. BIM технологии при строительстве мостов и мостовых переходов / Д.С. Сачкова, Ю.А. Новиков // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. — Тюмень, 2021. — С. 375–380. — EDN: [TCATUE](#). (дата обращения: 12.12.2024).
22. Linh T.-H. Framework for Bridge Inspection with Laser Scanning / T.-H. Linh, H. Falter, D. Lennon [et al.] // Conference Details: EASEC-14 Structural Engineering and Construction, Ho Chi Minh City, Vietnam, 6–8 January 2016. — URL: <https://researchrepository.ucd.ie/entities/publication/1ff681bd-2171-43d5-827c-8e660d4b337a/details>. (дата обращения: 03.09.2024).

Valiev Sherali Nazaralievich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: vshn2014@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6326-2233>
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=284723

Vasiliev Alexander Ilyich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: 655178@mail.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=285715

Mustafa Amjed Hussein Mahmoud

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: amjed.mustafa@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3835-2340>

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm National Research Polytechnical University, Perm, Russia
E-mail: soni.81@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-6095>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=179080

Laptev Alexander Alexandrovich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: laa251299@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7880-7012>

Musongo Mervale Akemba

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: merveille.musongo@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0187-6310>

Smolenkin Vladimir Sergeevich

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: atk.007@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4457-908X>

New Bridge Information Modeling technology for information modeling of bridge structures

Abstract. The article substantiates the development of a plug-in for Midas CIM, which would make it possible to process information from field journals more quickly, including data on the geometry and condition of load-bearing structures. The creation of an integrated information base is justified, which can be used by any specialist, minimizing dependence on individual participants in the process. The use of digital information technologies helps to accelerate the generation of reports and improve the efficiency of bridge operation management. The created plugin allows you to reduce data processing time, reduce the risk of errors and simplify the management of the results of surveys of bridge superstructures. With the help of augmented reality, survey engineers will be able, if they have an information model based on the executive documentation, to visualize hidden structural elements such as fittings and engineering communications, as well as access archived data about the facility directly on site. The developed plug-in is integrated with digital and information technologies. The use of BrIM technologies greatly simplifies the process of preparing pre-design and acceptance surveys of bridge structures, which is a key step before starting any repair or reconstruction work.

Keywords: information modeling; bridge technologies; design; construction; operation; load capacity; condition; monitoring; additional reality; plug-in