

Оценка технического состояния моста

Мосты — это ключевые элементы транспортной инфраструктуры, напрямую влияющие на экономику и безопасность страны. По данным Минтранса РФ, около 15% конструкций в России находятся в неудовлетворительном состоянии, что ежегодно приводит к ограничению грузопотоков и увеличению аварийных рисков. В то же время, глобальная статистика показывает, что более 30% мостов старше 50 лет требуют капитального обследования или ремонта. Современные подходы к оценке их технического состояния позволяют не только предотвращать аварии, но и оптимизировать эксплуатационные расходы, используя сочетание инструментального контроля и цифровых технологий.

Понятия и термины

Техническое состояние моста — это совокупность физических, механических и эксплуатационных характеристик конструкции, отражающих ее способность безопасно нести предусмотренные нагрузки. Нормативное (регламентное) состояние — это состояние, при котором мост соответствует требованиям СНиПов, ГОСТов и других регламентирующих документов, обеспечивая безопасность эксплуатации.

Основные термины:

- Работоспособность — способность моста выполнять функции без ограничений.
- Остаточный ресурс — время или нагрузка, которые мост может выдерживать до критических изменений.
- Аварийное состояние — состояние, при котором эксплуатация становится опасной.
- Предельные состояния — сочетания нагрузок и дефектов, при которых мост теряет несущую способность или работоспособность.

Нормативно-правовая база

Обследование и эксплуатация мостов регламентируются:

- Строительными нормами и правилами (СНиП, СП);
- ГОСТами на материалы и конструкции;
- Регламентами технического надзора и эксплуатации;
- Методическими указаниями по обследованию мостов.

Эти документы определяют периодичность осмотров, методику измерений и критерии допустимых дефектов.

Цели и задачи оценки технического состояния

Оценка состояния мостов решает несколько ключевых задач:

- обеспечение безопасности эксплуатации — предотвращение аварий и разрушений;
- планирование ремонтов и реконструкций — определение приоритетных мероприятий;
- определение несущей способности и остаточного ресурса — позволяет прогнозировать срок службы;
- приоритеты — выявление дефектов, требующих срочного вмешательства, мониторинг критичных зон и ограничение грузопотоков при необходимости.

Выполнение этих задач позволяет принять точные решения о ремонте, ограничениях эксплуатации и распределении ресурсов. Комплексная оценка состояния мостов снижает риск аварий и продлевает срок службы конструкции.

Виды обследований и их организация

Существует несколько видов обследований мостов, каждый из которых применяется в определенных ситуациях и дает свои данные о состоянии конструкции:

- плановые (периодические) — раз в 2–5 лет, зависят от категории моста;
- внеплановые — при обнаружении дефектов или после аварий;
- предэксплуатационные и предремонтные — перед вводом в эксплуатацию или ремонтом;
- поставарийные — после аварий или сильных внешних воздействий;
- инструментальный контроль — измерения с использованием современных приборов.

Каждый тип обследования позволяет получить специфические данные, необходимые для принятия решений о ремонте, ограничениях эксплуатации или дальнейшем мониторинге. Сочетание всех методов обеспечивает комплексную оценку состояния моста.

Этапы проведения:

1. Предпроектное обследование — сбор данных о мосте, документации и нагрузках.

2. Визуальная инспекция — осмотр всех элементов конструкции.
3. Детальное обследование — измерения трещин, коррозии, деформаций.
4. Лабораторные исследования — проверка прочности бетона и стали.
5. Расчетная оценка — определение остаточного ресурса и несущей способности.

Методы обследования и диагностики

Для точной оценки технического состояния мостов применяются разнообразные методы обследования и диагностики. Они позволяют выявлять дефекты на разных стадиях развития, от поверхностных повреждений до скрытых внутренних нарушений конструкции:

1. Визуальная инспекция — систематический осмотр пролетов, опор, швов и покрытия.
2. Инструментальные и неразрушающие методы:
 - ультразвук — контроль трещин и внутренних дефектов бетона;
 - ударный импульс — проверка прочности материалов;
 - рентген/гамма-методы — выявление скрытых дефектов арматуры;
 - магнитопорошковая дефектоскопия — контроль стальных элементов;
 - термография — выявление трещин и пустот по температурным аномалиям.
3. Геодезические измерения — контроль осадок, кренов и деформаций пролетных строений.
4. Гидрологические и геотехнические исследования — проверка состояния фундаментов и опор, размыва, водного воздействия.
5. Лабораторные испытания материалов — прочность бетона, арматуры, стали, морозостойкость.
6. Динамический и вибрационный контроль — мониторинг напряжений и колебаний конструкции.
7. Инструментальные системы постоянного мониторинга (SCADA, датчики коррозии, деформаций) — позволяют обнаружить изменения на ранней стадии.

Оценка состояния отдельных конструктивных элементов

Для эффективного контроля состояния мостов необходимо оценивать каждый конструктивный элемент отдельно. Это позволяет выявлять специфические дефекты и своевременно устранять потенциальные угрозы для безопасности эксплуатации:

- пролетные строения — деформация, коррозия, трещины, усталостные повреждения;
- опоры и устои — осадки, трещины, размыв фундаментов, состояние гидроизоляции;
- соединения, швы и опорные части — подкладки, подушки, шарниры;
- дорожная одежда и покрытие — колея, разрушения, дренаж;
- дренажная система, коммуникации, перила и элементы безопасности — своевременный осмотр предотвращает локальные аварии.

Таблица дефектов и мероприятий:

Дефект	Мероприятие
Коррозия металлоконструкций	Очистка, антикоррозийная обработка, локальный ремонт
Трещины в бетоне	Инъекционная заделка, усиление арматуры, мониторинг
Прогибы и деформации	Усиление пролетов, перераспределение нагрузок
Повреждение опор	Укрепление фундаментов, замена поврежденных элементов
Износ покрытия	Локальный или капитальный ремонт дорожной одежды
Нарушение дренажа	Очистка водоотводов, восстановление системы водоотвода

Оценка риска и принятие решений

Оценка рисков при эксплуатации мостов основана на анализе вероятности развития дефектов и возможных последствий их проявления для безопасности движения и несущей способности конструкции. При этом учитываются характер и степень повреждений, темпы их развития, фактические нагрузки,

условия эксплуатации и результаты инструментальных измерений. Такой подход позволяет классифицировать техническое состояние моста по уровням риска и определить допустимость его дальнейшей эксплуатации.

На основе оценки рисков принимаются инженерные и управленческие решения — от включения объекта в план текущего или капитального ремонта до введения временных эксплуатационных ограничений. При высоком уровне риска назначаются срочные восстановительные мероприятия, усиливается мониторинг либо вводятся ограничения по массе транспортных средств и скорости движения. Экономический анализ при этом позволяет сопоставить стоимость восстановительных работ с потенциальными потерями от аварий, простоев или полного закрытия моста, что обеспечивает обоснованный выбор оптимальной стратегии эксплуатации.

Мониторинг и эксплуатационный контроль

Мониторинг и эксплуатационный контроль мостов направлены на непрерывное или регулярное наблюдение за изменением их технического состояния в процессе эксплуатации. Основной задачей является своевременное выявление негативных тенденций:

- роста деформаций;
- осадок;
- напряжений;
- коррозионных процессов;
- повреждений конструктивных элементов.

Параметры и периодичность мониторинга определяются категорией моста, условиями эксплуатации и результатами предыдущих обследований.

Современный эксплуатационный контроль все чаще базируется на использовании автоматизированных систем мониторинга, включающих датчики деформаций, вибраций, температуры и коррозии, объединенные в единое информационное пространство. Данные таких систем накапливаются в цифровых базах и позволяют отслеживать состояние сооружения в динамике, прогнозировать развитие дефектов и заблаговременно принимать инженерные решения. Это повышает надежность эксплуатации мостов и снижает вероятность аварийных ситуаций за счет раннего реагирования на критические изменения.

Куда обратиться для оценки технического состояния

НТЦ «КСМ» осуществляет [комплексные работы по оценке технического состояния мостов и транспортных сооружений](#), используя сочетание классических методов обследования с современными инструментальными и цифровыми технологиями. Наш подход основан на детальном анализе фактического состояния конструкций, напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса с учетом реальных условий эксплуатации.

Показательным примером является проектирование системы мониторинга инженерных конструкций путепровода Александровской фермы.

Был проведен детальный инженерный осмотр и экспертиза технического состояния действующей системы оперативного мониторинга путепровода через железнодорожные пути станции Санкт-Петербург – Сортировочная – Московская в створе проспекта Александровской фермы.

Выявленные значительные конструктивные и функциональные нарушения потребовали проведения научно обоснованных мероприятий по комплексной модернизации системы. Были предложены конкретные рекомендации по замене устаревших технических решений, обновлению программного обеспечения и внедрению инновационных методов повышения надежности и долговечности мониторинговой инфраструктуры. Эти меры направлены на обеспечение работоспособности системы и включают наше участие в реализации предусмотренных мероприятий. В рамках планируемой реконструкции системы предлагается дополнить оснащение путем внедрения высокочувствительных специализированных [датчиков ISSO](#) собственной разработки, что позволит значительно повысить эффективность и надежность системы мониторинга.