



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ, ДИАГНОСТИКЕ И ОСМОТРАМ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ В США В ПЕРИОД С 1970-Х ГОДОВ ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

<https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>  **Бондарь И.С.^{1*}, Хардигов П.Г.², Ремизов Е.Н.¹**

¹ АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан

² ООО «Мосты и инженерные проекты», Санкт-Петербург, Россия

*Корреспондент автор: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается эволюция нормативной базы, касающейся обследования, диагностики и осмотров автодорожных мостов в США с 1970-х годов до настоящего времени. Анализируется влияние различных факторов, таких как рост транспортных потоков, старение инфраструктуры и изменения в законодательстве, на развитие стандартов и практик в этой области. Особое внимание уделяется ключевым документам и методологиям, которые были внедрены для повышения безопасности и надежности мостов. Исследование также охватывает современные технологии и подходы, используемые для диагностики состояния мостов, включая неразрушающие методы контроля и автоматизированные системы мониторинга. В заключение подчеркивается важность постоянного совершенствования нормативной базы для обеспечения безопасности дорожного движения и эффективного управления инфраструктурой в условиях меняющихся требований. На приведённом в статье опыте реформирования нормативной базы в США возможно сделать вывод, что система нормирования Республики Казахстан в области обследования мостов нуждается в пересмотре с учетом мирового опыта.

Ключевые слова: автодорожные мосты, нормативные документы, нормы обследования и испытания мостов.

Введение

Общая протяжённость автомобильных (шоссейных) дорог в Соединенных Штатах Америки по данным Central Intelligence Agency по состоянию на 2020 г [1], составляет 7 044 453 км, что составляет 10.88 % всех мировых дорог. На этой сети дорог в Соединенных Штатах насчитывается более 617 000 мостов [2].

В статье [3] приводится содержание отчета об опыте эксплуатации мостов в различных штатах США. Отмечается, что около 50 % из 574 тысяч автодорожных мостов построено до 1940 года. Около 244 тысяч мостов имеют дефекты несущих элементов, не соответствуют функциональному назначению, нуждаются в ремонте, уширении или реконструкции. Стоимость указанных работ оценивается в 50 миллиардов долларов. Многие мосты в стране были построены после того, как в 1956 году был подписан **Федеральный закон об автомагистралях** и Закон о федеральном финансировании строительства автомобильных дорог 1956 года (англ. Federal Aid Highway Act of 1956).

Система автомобильных дорог, известная, тогда как Национальная система межштатных и оборонных автомагистралей имени Дуайта Д. Эйзенхауэра (англ. Dwight D. Eisenhower National System of Interstate and Defense Highways) - сеть скоростных

автомагистралей в США, носящая имя 34-го президента, организовавшего её строительство. Указанная опорная сеть магистральных дорог строилась в течение 35 лет. С того времени сеть расширялась и составила по состоянию на 2020 год 78 465 км [4] (с учётом Пуэрто-Рико), что делает её второй по протяженности в мире после сети скоростных автодорог Китая.

По состоянию на 2020 год более четверти всех транспортных средств США пользовались сетью межштатных магистралей [5]. Система сделала значительный вклад в формирование Соединенных Штатов как экономической и индустриальной державы. Цель этого масштабного проекта состояла в том, чтобы создать общенациональную сеть безопасных автомагистралей с учетом увеличения числа автомобильных перевозок. Финансирование, связанное с этим законом, привело к масштабным усилиям по строительству более 48 000 миль дорожного полотна и мостов, необходимых для этих маршрутов. Многие из этих сооружений были построены в годы, последовавшие за принятием Закона. Примерно 45 процентов межгосударственных мостов, включая городские и сельские, были построены в период с 1961 по 1970 год.

Во время бума строительства мостов в 1950-х и 1960-х годах проверке безопасности и техническому обслуживанию мостов уделялось мало внимания. Ситуация изменилась, когда 15 декабря 1967 года 2235-футовый Серебряный мост в Пойнт-Плезант, Западная Вирджиния, рухнул в реку Огайо, в результате чего погибли 46 человек (см. рисунок 1 и 2).



Рисунок 1 - Разрушение Серебряного моста, 1967 г
Фото из открытых источников сети интернет



Рисунок 2 – Разрушение Серебряного моста, 1967 г. Фото из Bridge Inspector's Reference Manual (BIRM) (2022 NBIS)

Это трагическое происшествие пробудило национальный интерес к проверке безопасности и техническому обслуживанию мостов. Конгрессу США было предложено добавить раздел в «Закон о федеральной поддержке дорожного движения 1968 года», который обязывал министра транспорта разработать национальный стандарт проверки мостов и разработать программу подготовки инспекторов мостов. Что в свою очередь явилось отправной точкой разработки системы нормирования, которая основана на общепринятых инженерных знаниях и практике, а также на применении инженерных принципов признанными экспертами по проектированию мостов.

Методология и результаты

Переработка нормативной базы в США по проектированию мостов, которая происходила в следующей последовательности.

1970-е годы:

В 1971 году было разработано федеральное постановление, определяющее Национальные стандарты осмотра мостов (*англ.* National Bridge Inspection Standards) NBIS.

В данном нормативно методологическом стандарте были установлены национальные требования в отношении Code of Federal Regulations (CFR, часть 650, раздел 23, подраздел С):

- Организация и проведение инспекций.
- Квалификация персонала.
- Периодичность проверок.
- Процедуры выполнения работ по обследованию, включая оценку обращающихся нагрузок.
- Формы отчетов о проверке мостов.
- Ведение государственного реестра мостов.

Впоследствии были разработаны три основополагающих нормативных руководства по процедурам выполнения работ, которые сыграли важную роль в успешном внедрении NBIS (*Примечание:* NBIS - Национальный стандарт по обследованию мостов) на раннем этапе.

Первым руководством было учебное пособие FHWA № 70 для инспекторов мостов Федерального управления автомобильных дорог (FHWA). Это руководство установило

стандарт подготовки инспекторов. Это было первоначальным предшественником справочного руководства инспектора мостов (BIRM).

Вторым руководством было Руководство по техническому осмотру мостов, подготовленное Американской ассоциацией государственных дорожных инспекторов (AASHTO), выпущенное в 1970 году. Это руководство служило стандартом для обеспечения единообразия процедур и политики при определении физического состояния, потребностей в техническом обслуживании и грузоподъемности автомобильных мостов.

Третьим руководством стало Руководство по регистрации и кодированию данных для инвентаризации и оценки структуры мостов Страны (*англ.* Coding Guide), выпущенное FHWA в июле 1972 года. В нем содержались подробные рекомендации по оценке и кодированию конкретных данных о мостах.

С публикацией Руководства FHWA № 70, внедрением национальных стандартов и руководящих указаний, поддержкой AASHTO и новым учебным курсом FHWA для инспекторов по мостам, предназначенным для использования в отдельных штатах, улучшилась инвентаризация и оценка общего состояния национальных мостов.

В 1970-х годах в нескольких штатах были организованы собственные программы обучения, и инспекции мостов стали более тщательными и последовательными по всей стране.

В 1977 году было выпущено дополнение к руководству FHWA № 70 "Руководство инспектора мостов для разводных мостов" (*англ.* Bridge Inspector's Manual for Movable Bridges). Однако будущее мостов не было безоблачным. В этот период были выявлены две основные проблемы. Одна из них заключалась в том, что потребности в ремонте и замене мостов намного превышали имеющееся финансирование. Другая проблема заключалась в том, что деятельность NBIS ограничивалась мостами, входящими в систему автомобильных дорог федеральной сети. Это привело к снижению стимулов для проверки и инвентаризации мостов, не входящих в систему автомобильных дорог федеральной помощи. Эти две проблемы были решены в "Законе о содействии наземному транспорту от 1978 года" (*англ.* Surface Transportation Assistance Act of 1978). Этот закон обеспечивал важнейшее финансирование для восстановления и нового строительства и требовал, чтобы все общественные мосты длиной более 20 футов (**Примечание:** 6.096 м) были проверены и инвентаризованы в соответствии с NBIS к 31 декабря 1980 года. Любой мост, не проинспектированный и не прошедший инвентаризацию в соответствии с NBIS, не будет иметь права на федеральное финансирование.

В 1978 году Американская ассоциация государственных инспекторов автомобильных дорог и транспорта (AASHTO) пересмотрела свое Руководство по техническому осмотру мостов.

В 1979 году были также пересмотрены NBIS и Руководство по кодированию FHWA. Эти публикации, наряду с Руководством 70, предоставили государственным учреждениям более четкие рекомендации по соблюдению требований NBIS.

1980-е годы:

Национальная программа инспекции мостов в этот период активно используется всеми сторонами жизненного цикла мостов (частные компании и государственные структуры) во всех штатах.

В ходе работы с существующими нормами были выявлены пробелы и несовершенства, которые оперативно устранялись и дорабатывались, за это время, были подготовлены два принципиальных сборника дополнений к Руководству FHWA № 70, который затрагивал водопропускные трубы, это было вызвано рядом происшествий с повреждением работоспособности магистралей в результате нарушения нормальной работы водопропускных труб. Руководство по проверке водопропускных труб (*англ.* The Culvert Inspection Manual) было опубликовано в июле 1986 года. Затем, после обрушения моста через реку Мианус в Коннектикуте в июне 1983 года, внимание всей страны к

проблеме усталости и разрушения мостов стало уделяться все большему количеству людей (см. рис. 3).

В сентябре 1986 года было опубликовано руководство по Проверке критических к разрушению элементов моста (*англ.* Inspection of Fracture Critical Bridge Members), являющихся основным элементом несущего силового каркаса.



Рисунок 3 – Разрушение моста Мианус

Эти два руководства являются результатом извлеченных уроков и продолжающихся исследований в этих проблемных областях.

После обрушения в апреле 1987 года моста Шохари-Крик в Нью-Йорке в результате подмыва опоры и основания паводковыми водами. Выявлено что в действующих нормах вопросы снижения уязвимости мостовых сооружений при паводках и меры противодействия размывам рассмотрены недостаточно. Из более чем 593 000 мостов, включенных в национальный реестр, более 80 процентов находятся над водными путями. В ответ на это FHWA опубликовала техническое руководство "Обследуй мосты" (*англ.* Scour at Bridges,), опубликованное в сентябре 1988 года. В котором содержатся рекомендации по разработке и внедрению программы оценки размыва для:

- Проектирования новых мостов, чтобы противостоять повреждениям, возникающим в результате размыва.
- Оценка существующих мостов на предмет уязвимости к размыву.
- Использование мер противодействия размыву.
- Совершенствование современной практики оценки размыва на мостах.

Дополнительная документация по этой теме доступна в циркуляре FHWA по гидротехнике (*англ.* Hydraulic Engineering Circular) № 18 (HEC-18).

В сентябре 1988 года NBIS был пересмотрен на основе Закона о наземном транспорте и едином законе о содействии переселению” 1987 года, в соответствии с которым должны быть выявлены мосты с критической уязвимостью и установлены специальные процедуры проверки. Такие же требования были предъявлены к мостам, требующим подводного осмотра, и мостам с особыми или уникальными характеристиками. Изменения, внесенные в NBIS, также предусматривали корректировку частоты инспекций сооружений и утверждение сертификатов III и IV уровней Национального института сертификации в области инженерных технологий (NICET) для получения квалификации руководителя инспекционной группы.

В декабре 1988 года FHWA выпустила пересмотренный вариант Руководства по кодированию (*англ.* Coding Guide). Эта корректировка нормативного решения по обследованию мостов можно расценивать как одно из важнейших изменений в NBIS, что в свою очередь формирует Национальную программу инспекции мостов на следующее десятилетие.

1990-е годы:

1990-е годы стали десятилетием развития систем управления мостами (BMS). Несколько штатов разработали свои собственные комплексные системы управления мостами, которые в значительной степени опирались на данные инспекции мостов.

В июле 1991 года было опубликовано справочное учебное пособие 90 для инспекторов мостов (*Примечание: Manual 90*), выпущенное FHWA и заменившее Руководство 70. В котором были представлены усовершенствованные методы осмотра мостов и современное оборудование для осмотра мостов, которого не было ранее. А также были детально переработаны следующие разделы: водопропускные трубы, критическим элементам мостов, вантовые системы, системы предварительно напряжённых с сегментным делением на блоки, а также раздел подводных инспекций.

В 1991 году FHWA спонсировала разработку системы управления мостами под названием "Pontis", которая происходит от латинского слова "мост".

Система Pontis обладала достаточной гибкостью, чтобы обеспечить возможность настройки под любое агентство или организацию, ответственную за обслуживание сети мостов. Одновременно Национальная совместная исследовательская программа по автомобильным дорогам (NCHRP) Совета по транспортным исследованиям (TRB) разработала программное обеспечение под названием "Bridgit", которое в первую очередь предназначалось для небольших мостов или местных систем автомобильных дорог. По мере того, как выявлялось все больше и больше потребностей в мостах, потребность в техническом обслуживании, ремонте, восстановлении и замене мостов намного превышала имеющееся финансирование из федеральных и государственных источников. Даже с учетом финансовой поддержки, предоставленной Законом об эффективности интермодальных наземных перевозок (ISTEA) от 1991 года, финансирование проектов строительства мостов было затруднено. Отчасти это было связано с огромным спросом со всей страны.

Пересмотр NBIS в декабре 1992 года позволил владельцам мостов запрашивать у FHWA разрешение на продление циклов проверки до сорока восьми месяцев для мостов, отвечающих определенным требованиям. Этот пересмотр позволил реже проверять конструкции, находящиеся в хорошем состоянии, с низкими факторами риска.

В 1994 году AASHTO пересмотрела свое руководство по оценке состояния мостов.

В 1995 году было также пересмотрено Руководство по кодированию FHWA.

Эти публикации, наряду с Руководством 90, пересмотренным в июле 1995 года, продолжают предоставлять государственным учреждениям четкие рекомендации по соблюдению требований NBIS и проведению инспекций мостов. Законодательство ISTEA, которое впоследствии было отменено в следующем законопроекте о транспорте, требовало, чтобы каждый штат внедрил комплексную систему BMS к октябрю 1995 года. Это была достаточно амбициозная задача, которая, к сожалению, не была выполнена в полном объеме. Закон о транспортном равенстве 21-го века (TEA-21) был подписан в июне 1998 года. TEA-21 развил и усовершенствовал инициативы, выдвинутые в ISTEA, и, как упоминалось ранее, отменил обязательное требование BMS.

2000-е годы:

В 2002 году Руководство 90 было пересмотрено и обновлено в рамках полной перестройки учебной программы FHWA по проверке безопасности мостов. Новое руководство получило название "Справочное руководство инспектора мостов" (*англ.* Bridge Inspector's Reference Manual) BIRM и включало в себя все положения Руководства 90. В

BIRM также были включены дополнения к руководству № 70 по проверке водопропускных труб и критических элементов для разрушения.

14 декабря 2004 года в Федеральном реестре был опубликован пересмотренный регламент NBIS. Существенные изменения в редакции 2004 года включают требования по выявлению мостов, которые имеют критическое значение, для поиска и разработке планов действий. В нем были изложены специальные процедуры для проверки сложных объектов и рекомендации по устранению критических дефектов, так же были внедрены процедуры обеспечения качества и контроля за качеством (OK/QC). Кроме этого, были обновлены требования к частоте проведения некоторых подводных инспекций, что позволило проводить их с интервалом до 72 месяцев.

Обновленный NBIS вступил в силу 13 января 2005 года. Руководство по оценке состояния мостов (MBE) было впервые принято Подкомитетом по мостам и сооружениям автомобильных дорог AASHTO в 2005 году. MBE объединил Руководство AASHTO по оценке состояния мостов с Руководством по оценке состояния и оценке коэффициента нагрузки и сопротивления (LRFR) автомобильных мостов, чтобы предоставить владельцам единый документ для оценки мостов и оценки нагрузки.

В августе 2005 года был подписан Закон о безопасном, подотчетном, гибком и эффективном транспортном обеспечении: наследие для пользователей (SAFETEA-LU). SAFETEA-LU стала крупнейшей инвестицией в наземный транспорт в истории страны. SAFETEA-LU развила и усовершенствовала инициативы, заложенные в ISTEА и TEА-21.

1 августа 2007 года восьмиполосный автомобильный мост I-35W длиной 1907 футов через реку Миссисипи в Миннеаполисе обрушился, в результате чего погибли 13 человек и еще 145 получили ранения. Основные проблемы безопасности, выявленные в ходе расследования, включали недостаточный контроль качества при проектировании и недостаточную идентификацию деформации накладки.

2010-е годы:

6 июля 2012 года был подписан закон MAP-21 ("Движение вперед, к прогрессу в 21 веке"). Этот закон предусматривал финансирование программ наземного транспорта. В документе MAP-21 говорится, что "в жизненно важных интересах Соединенных Штатов проводить инвентаризацию, инспекцию и улучшение состояния автомобильных мостов и туннелей в Соединенных Штатах". Также выявлена потребность в разработке единых подходов и стандартов тоннелей. Это также потребовало от FHWA разработать и проводить ежегодную проверку соответствия требованиям NBIS и стало первым долгосрочным разрешением на строительство автомобильных дорог, введенным в действие с 2005 года.

4 декабря 2015 года был подписан закон FAST Act (Закрепляющий американский закон о наземном транспорте), который вступил в силу. Закон FAST предусматривает выделение 305 миллиардов долларов в течение 2016-2020 финансового года на обеспечение безопасности автомобильных дорог и автотранспортных средств, общественного транспорта, автомобильных перевозчиков, опасных материалов, железнодорожного транспорта, а также на программы исследований, технологий и статистики. Было разработано несколько новых транспортных средств повышенной грузоподъемности, которые представляют собой аварийно-спасательные и буксировочные средства, подпадающие под действие этого Закона. Ранее BIRM обновлялся в 2012 и 2015 годах.

В 2020-х годах:

В мае 2022 года раздел 23 Кодекса федеральных нормативных актов (CFR) 650, подраздел С, был пересмотрен в соответствии с окончательным правилом NBIS. Это окончательное правило включало обновления, касающиеся применимости NBIS, определений, обязанностей инспекционной организации, квалификации персонала, интервалов проверок, процедур и инвентаря.

Обновление 2022 года включало несколько изменений в терминологии и политике проверки мостов. Применимость правил NBIS была распространена на мосты, находящиеся в собственности племен, мосты, находящиеся в частной собственности, которые соединены с дорогами общего пользования с обоих концов, а также временные мосты или мосты в стадии строительства, участки которых открыты для движения. Были добавлены два новых вида инспекций: сервисный и поисковый мониторинг. Также были внесены некоторые изменения к требованиям по персоналу, такие как специальное обучение по NSTM и подводным инспекциям, а также обновлена квалификация руководителя группы. Кроме того, организации, осуществляющие инспекцию мостов, теперь обязаны вести реестр сертифицированных на национальном уровне инспекторов мостов. Раздел "Интервалы проверок" был обновлен, чтобы предоставить более конкретные рекомендации как по оценке рисков, так и по увеличению интервалов проверок.

В мае 2022 года FHWA опубликовало спецификации для Национальной инвентаризации мостов (SNBI), которые устанавливают обновленные процедуры сбора и обработки данных, соответствующие окончательному правилу NBIS, в данных спецификациях включено требование к разделу (документу) "Элементы национальной инвентаризации мостов" (SNBIBE), включающая информацию об элементах, которая должна быть представлена в SNBI. А SNBI в свою очередь призван заменить Руководство по кодированию FHWA после завершения переходного периода.

BIRM был обновлен в последний раз в соответствии с Руководством по кодированию FHWA в 2022 году, а затем был обновлен в соответствии с окончательными правилами SNBI и NBIS в 2023 году.

Результаты и Обсуждение

За период 1970-2023 годов, развитие нормативной литературной базы в США претерпело множество доработок и несколько ключевых этапов и изменений, которые существенно повлияли на качество проектирования и безопасность при эксплуатации мостов и транспортных сооружений, касающихся инспекции и оценки состояния мостов.

1970-е годы: в этот период началась активная работа по созданию стандартов и руководств для инспекторов мостов. Учебное пособие FHWA № 70 стало основой для обучения инспекторов.

1988 год: FHWA опубликовала техническое руководство "Обследуй мосты" (Scour at Bridges), которое стало важным документом для понимания процессов, связанных с эрозией и безопасностью мостов.

1994 год: AASHTO пересмотрела свое руководство по оценке состояния мостов, что привело к улучшению методов инспекции и оценки.

1995 год: Обновление Руководства по кодированию FHWA и внедрение учебной программы по проверке безопасности мостов. Это обновление привело к созданию "Справочного руководства инспектора мостов" (BIRM), которое включало все положения Руководства 90.

2005 год: Обновленный Национальный стандарт инспекции мостов (NBIS) вступил в силу, что обеспечило более строгие требования к инспекции и оценке состояния мостов.

2022 год: Пересмотр раздела 23 Кодекса федеральных нормативных актов (CFR) 650, который включал требования к "Элементам национальной инвентаризации мостов" (SNBIBE). Это обновление стало важным шагом к улучшению учета и анализа состояния мостов.

2023 год: BIRM был обновлен в соответствии с окончательными правилами SNBI и NBIS, что обеспечило актуальность и соответствие современным требованиям.

Таким образом, за период с 1970 по 2023 годы наблюдается постоянное развитие и улучшение нормативной литературы, что способствует повышению безопасности и эффективности инспекции мостов в США.

Выводы

Возможно провести параллели в развитии транспортно-строительной отрасли и как частное системе обследования мостовых сооружений, принятой в Соединенных Штатах Америки и Республики Казахстан. За почти 32 года независимости в Республике Казахстан при реализации масштабных проектов транзитных коридоров, не реализована система усовершенствования и реформирования нормативной базы по обследованию мостовых сооружений. Действующий в настоящий момент нормативный документ СП РК 3.03–113–2014 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний», который по своей сути является незначительно доработанным СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний». В связи с чем документ с незначительной редакцией действует уже более 37 лет и не может в полной мере отвечать современным конструктивным решениям и материалам мостовых конструкций.

На приведённом в статье опыте реформирования нормативной базы в США возможно сделать вывод, что система нормирования Республики Казахстан в области обследования мостов нуждается в пересмотре с учетом мирового опыта.

Список литературы

1. Сайт Central Intelligence Agency <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-book/rankorder/2085rank.html>.
2. Данные портала edition.cnn.com.
3. Hudson S.W., Carmichael R.F., Moser L.O., Hudson W.R., Wilkes W.J. Bridge management systems // "Nat. Coop. Highway Res. Program Rept", 1987, N 300, 1-16, 63-74.
4. Table HM-20 - Highway Statistics 2020 - Policy | Federal Highway Administration
5. NBIS. Code of Federal Regulations. 23 Highways Part 650, Subpart C – National Bridge Inspection Standards, 2022.
6. AASHTO. LRFD Bridge Design Specifications, 8th Edition. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017.
7. FHWA. Specifications for the National Bridge Inventory. Washington, D.C.: United States Department of Transportation, 2022.
8. AASHTO. The Manual for Bridge Evaluation, Third Edition. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018.
9. AASHTO. The Manual for Bridge Evaluation, 2019 Interim Revisions (to 2018 Third Edition). Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018.
10. AASHTO. The Manual for Bridge Evaluation, 2020 Interim Revisions (to 2018 Third Edition). Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2020.
11. AASHTO. Manual for Bridge Element Inspection, Second Edition. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2019.

Сведения об авторах (на трех языках):

Бондарь Иван Сергеевич – РФ ЖАК техника ғылымдары докторы, PhD, қауымдастырылған профессор (доцент), «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасы, Мұхаметжан Тынышбаев атындағы АЛТ университеті, Алматы, Қазақстан, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Бондарь Иван Сергеевич – доктор технических наук ВАК РФ, PhD, ассоциированный профессор (доцент), кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Bondar Ivan – Doctor of Technical Sciences of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation, PhD, Associate Professor, Department of Architectural and Construction

Engineering, Mukhamedzhan Tynyshpayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, ivan_sergeevich_08@mail.ru

Харди́ков Павел Германович – Сот-құрылыс сарапшысы, Көпірлерді диагностикалау бөлімінің басшысы, «Көпірлер және инженерлік жобалар» ЖШҚ, Санкт-Петербург, Ресей, lgnktsm@mail.ru

Харди́ков Павел Германович – Судебно-строительный эксперт, Руководитель отдела Диагностики мостов ООО «Мосты и инженерные проекты», Санкт-Петербург, Россия, lgnktsm@mail.ru

Pavel Hardikov – Forensic Construction Expert, Head of Bridge Diagnostics Department, Bridges and Engineering Projects LLC, St. Petersburg, Russia, lgnktsm@mail.ru

Ремизов Евгений Николаевич – АДА-22-5р тобы студенті, «Сәулет-құрылыс инженериясы» кафедрасы, АЛТ Мұхамеджан Тынышпаев атындағы Университет, Алматы, Қазақстан, Zhenya.berberogly2004@gmail.com

Ремизов Евгений Николаевич – студент гр. АДА-22-5р, кафедра «Архитектурно-строительная инженерия», АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Қазақстан, Zhenya.berberogly2004@gmail.com

Remizov Evgeny – student of ADA-22-5p, Department of Architectural and Construction Engineering, Mukhamedzhan Tynyshpayev ALT University, Almaty, Kazakhstan, Zhenya.berberogly2004@gmail.com

Вклад авторов (укажите соответствующий вклад каждого автора):

Бондарь Иван Сергеевич – концепция, методология, ресурсы, сбор данных, тестирование, моделирование.

Харди́ков Павел Германович – анализ, визуализация, интерпретация.

Ремизов Евгений Николаевич – подготовка текста, редактирование.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Использование искусственного интеллекта (ИИ): При написании статьи ИИ не был использован.

1970 ЖЫЛДАРДАН БАСТАП ҚАЗІРГІ УАҚЫТҚА ДЕЙІН АҚШ-ТАҒЫ АВТОЖОЛ КӨПІРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ, ДИАГНОСТИКАЛАУ ЖӘНЕ ТЕКСЕРУ БОЙЫНША НОРМАТИВТІК БАЗАНЫ ЖЕТІЛДІРУ

<https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>  Бондарь И.С.^{1*}, Харди́ков П.Г.², Ремизов Е.Н.³

^{1,3} АЛТ Мұхамеджан Тынышпаев атындағы Университет, Алматы, Қазақстан

² «Көпірлер және инженерлік жобалар» ЖШҚ, Санкт-Петербург, Ресей

*Корреспондент автор: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Аңдатпа. Осы жұмыста 1970-жылдардан бастап қазіргі уақытқа дейінгі АҚШ-та автожол көпірлерін тексеру, диагностика және қарау бойынша нормативтік базаның эволюциясы қарастырылады. Көлік ағынының өсуі, инфрақұрылымның тозуы және заңнамадағы өзгерістер сияқты әртүрлі факторлардың осы саладағы стандарттар мен тәжірибелердің дамуына әсері талданады. Көпірлердің қауіпсіздігі мен сенімділігін арттыру үшін енгізілген негізгі құжаттар мен әдістемелерге ерекше назар аударылады. Зерттеу сондай-ақ көпірлердің жай-күйін диагностикалауда қолданылатын заманауи технологиялар мен тәсілдерді, оның ішінде бұзбайтын бақылау әдістері мен автоматтандырылған

мониторинг жүйелерін қамтиды. Қорытынды бөлімде нормативтік базаны үнемі жетілдіріп отырудың жол қозғалысы қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі және инфрақұрылымды өзгермелі талаптар жағдайында тиімді басқарудағы маңыздылығы атап өтіледі. Мақалада келтірілген АҚШ-тағы нормативтік базаны реформалау тәжірибесіне сүйене отырып, Қазақстан Республикасының көпірлерді тексеру саласындағы нормалау жүйесін әлемдік тәжірибені ескере отырып қайта қарау қажеттігі туралы қорытынды жасауға болады.

Түйінді сөздер: автожол көпірлері, нормативтік құжаттар, көпірлерді тексеру және сынау нормалары.

IMPROVING THE REGULATORY FRAMEWORK FOR INSPECTION, DIAGNOSTICS AND INSPECTION OF HIGHWAY BRIDGES IN THE USA FROM THE 1970S TO THE PRESENT

<https://orcid.org/0000-0001-7376-5643>  Ivan Bondar^{1*}, Pavel Hardikov², Evgeny Remizov³

^{1,3} ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Kazakhstan

² LLC «Bridges and engineering projects», St. Petersburg, Russia

*Corresponding author: ivan_sergeevich_08@mail.ru

Abstract. This paper examines the evolution of the regulatory framework regarding the inspection, diagnosis, and inspection of highway bridges in the United States from the 1970s to the present. The impact of various factors, such as the growth of traffic flows, aging infrastructure and changes in legislation, on the development of standards and practices in this area is analyzed. Special attention is paid to key documents and methodologies that have been implemented to improve the safety and reliability of bridges. The study also covers modern technologies and approaches used to diagnose the condition of bridges, including non-destructive testing methods and automated monitoring systems. In conclusion, the importance of continuous improvement of the regulatory framework for ensuring road safety and effective infrastructure management in the face of changing requirements is emphasized. Based on the experience of reforming the regulatory framework in the United States presented in the article, it is possible to conclude that the rationing system of the Republic of Kazakhstan in the field of bridge inspection needs to be reviewed taking into account international experience.

Keywords: road bridges, regulatory documents, standards for bridge inspection and testing.



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).