Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://t-s.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/18SATS120.pdf>

DOI: 10.15862/18SATS120 (<http://dx.doi.org/10.15862/18SATS120>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Неустроева Ю.Д., Овчинников И.Г. Эстетика мостового сооружения как один из способов повышения его качества // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №1, <https://t-s.today/PDF/18SATS120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/18SATS120

For citation:

Neustroeva Ju.D., Ovchinnikov I.G. (2020). Aesthetics of a bridge structure as one of the ways to improve its quality. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(7). Available at: <https://t-s.today/PDF/18SATS120.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/18SATS120

УДК 624.04

Неустроева Юлия Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
Магистрант 1 курса базовой кафедры АО «Мостострой-11»
E-mail: neustroeva.jd@mail.ru

Овчинников Игорь Георгиевич

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия
ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Профессор
Доктор технических наук
E-mail: bridgesar@mail.ru

Эстетика мостового сооружения как один из способов повышения его качества

Аннотация. Анализ причин аварий мостовых сооружений ведется на протяжении двух сотен лет. Накопленная за этот промежуток времени информация позволяет классифицировать причины аварий по трем категориям. В статье приводятся категории причин крушений мостов, а также рассматриваются меры повышения безопасности эксплуатации мостовых сооружений.

Также авторами рассматриваются научные направления, исследования которых могут повлиять на статистику аварий и разрушений мостовых сооружений как в нашей стране, так и по всему миру.

Особое внимание уделено к таким терминам как эстетика и видеоэкология, исследуется их возможное взаимодействие, а также их совместное влияние на снижение аварийности сооружений. В статье представлены примеры применения эстетики, благодаря которым можно понять силу их влияния на нашу жизнь и окружающую среду в целом.

По мнению авторов оценку эстетических качеств можно произвести путем расчета. В подтверждение этому в статье приводится разновидность методов количественной оценки эстетики.

В ходе работы авторами были рассмотрены факторы создания гармоничной городской среды, которые необходимо учесть при проектировании мостового сооружения.

Исследование качества конструкции с точки зрения эстетики – достаточно субъективный процесс. Оценка же эстетического вида должна быть более универсальна. В статье проанализированы методы оценки эстетического вида сооружений, включая расчетные.

Рассмотрены 14 принципов Эдвардса Деминга, которые предложено применять и при создании мостовых сооружений. Также в статье описаны методы контроля качества, которые могут быть использованы в целях оценки эстетических качеств мостовых сооружений.

Ключевые слова: мостовые сооружения; мост; аварии; разрушения; причины; эстетика; видеоэкология; безопасность; надежность; качество

Введение

Строительная сфера активно развивается по всем направлениям. Потребность в мостовых сооружениях стремительно растет. Это объясняется тем, что растет численность населения, следовательно, осваиваются новые земли вблизи городов. Появляется необходимость в приобретении транспортных средств, а это прямая связь со строительством новых дорог и транспортных сооружений.

В строительстве мостовых сооружений страна нуждалась и ранее. Одной из задач в 20 веке было восстановление всех мостовых сооружений, разрушенных в военные годы. Для упрощения проектирования и строительства были разработаны типовые проекты, которые позволяли сокращать сроки, увеличивать темпы работ и улучшать качество строительства. Единственное, что всегда имело место в типовых проектах и создавало некоторые трудности – необходимость привязки типового проекта, выбранного для проектируемого мостового сооружения к месту его расположения.

Несмотря на все положительные стороны типового мостового строительства, возникала проблема, связанная с архитектурным обликом мостовых сооружений. В связи с тем, что главным требованием, предъявляемым к мостам, была прочность и надежность, а специалистов в сфере мостовой архитектуры было недостаточно, на внешний вид мостов не обращали должного внимания.

Стоит обратить внимание и на тот интересный факт, что по причине широкого использования типового проектирования в нашей стране происходило меньше аварий мостовых сооружений, чем за рубежом. На это оказывало влияние качество проработки типовых проектов и внимание к гидрологическим и геологическим изысканиям при проектировании мостов, а также использование отработанных технологий возведения мостов по типовым проектам.

Существует множество факторов, влияющих на аварийность и разрушение мостовых сооружений, поэтому для предотвращения аварийных случаев разрабатываются и реализуются различные предупреждающие мероприятия. Для повышения их эффективности исследуются и анализируются разрушения мостовых сооружений прошлых лет постройки, на основе проведенных исследований совершенствуются методы проектирования и расчета сооружений на стадии проектирования. Но, к сожалению, это не всегда помогает полностью решить проблему аварийности и разрушения мостовых сооружений.

В данной статье основное внимание уделяется исследованию эстетики как способа повышения качества мостовых сооружений, а также влияния эстетических качеств на их аварийность и разрушения.

1. Анализ аварийности и разрушений мостовых сооружений

В строительной отрасли сегодня, несмотря на противодействие Правительства, выражающееся в уменьшении финансирования научных исследований, особенно прикладного характера, в ряде исследовательских коллективов, которые еще сохранились, проводится научная деятельность, посвященная исследованию аварийности транспортных сооружений и разработке мероприятий по предотвращению аварий и разрушений мостовых сооружений. Следует заметить, что аварии сооружений происходят не только в пределах Российской Федерации, но также и за рубежом, при этом, к сожалению, в русскоязычной литературе не так уж много публикаций и книг посвящено данной проблеме.

Попробуем разобраться в основных причинах разрушений мостовых сооружений. Ф.Д. Дмитриев в книге [1], написанной достаточно давно, отмечал, что у инженеров-проектировщиков не так уж и давно появилась возможность испытывать сооружения или их части до начала самого процесса строительства. Следовательно, аварии и разрушения мостов были единственным способом получить определенный практический опыт, на основе которого можно изучить «реальную» работу конструкций, и в будущем при проектировании аналогичных объектов не допускать подобных ошибок.

Ф.Д. Дмитриев все крушения сооружений делит на три категории. Первая категория – аварии, вызванные непреодолимыми стихийными силами природы (землетрясения, ураганы, наводнения). Ко второй категории относятся крушения, вызванные несовершенством инженерно-технических приемов. И третья категория включает в себя социально-экономические условия, при которых на первом плане стоит личная выгода, а не качество сооружения.

При поиске и анализе русскоязычной литературы об авариях и разрушениях мостовых сооружений большое внимание обращают на себя современные статьи [2–7], в которых проводится достаточно подробный анализ аварийности транспортных сооружений.

Основу любых аварий и разрушений мостовых сооружений составляют несколько факторов, которые никак нельзя исключить. Во-первых, наш мир устроен так, что вряд ли научные исследования когда-нибудь дойдут до того, чтобы навсегда исключить разрушения сооружений. Следовательно, аварии были, есть и будут всегда. На самом деле, есть только один способ исключить все происшествия – это прекращение какого-либо нового строительства. Это позволит уделять больше внимания уже существующим сооружениям, чаще их обследовать и ремонтировать. Исходя из этого можно сделать вывод, что наличие большого количества мостовых сооружений является причиной большого количества их аварий.

На стадии проектирования и строительства мостового сооружения нельзя с уверенностью сказать, какой у него будет срок службы и как скоро будут необходимы новые вложения в ремонт. К сожалению, в технических заданиях заказчики обходят вопрос долговечности сооружений стороной, хотя в ФН 384 «О безопасности сооружений» эта задача ставится. Нередко при возникновении потребности в проведении ремонтных работ возникают экономические проблемы, которые способствуют ухудшению состояния сооружения по причине отсрочки ремонта. Количество аварий и разрушений мостовых сооружений в скором времени будет только нарастать по той причине, что срок службы многих мостов подходит к завершению, а денежных средств на восстановление всех сооружений требуется весьма много. Из этого следует, что быстро отремонтировать все сооружения, которые находятся в эксплуатации уже длительное время невозможно.

Для того, чтобы обеспечить рабочее состояние уже существующих мостовых сооружений, необходимо вовремя проводить обследование, ремонтные работы и выделять для этого денежные средства. Но сегодня не менее важный вопрос в сфере строительства состоит в

том, как избежать аварий и разрушений после сооружения мостов уже в наши дни. Нужно исправлять ошибки, чтобы через 50 лет снова не пришлось столкнуться с проблемой восстановления сооружений.

Необходимо активно развивать исследования в области анализа и изучения причин аварий и разрушений, систематизировать и доводить данную информацию до специалистов, которые непосредственно занимаются проектированием, строительством и эксплуатацией мостовых сооружений.

Эксплуатация – это продолжительный этап жизненного цикла мостового сооружения. Срок службы мостов составляет около 70 лет, а опоры могут прослужить около века. К сожалению, если неправильно вести работы по контролю состояния мостовых сооружений, то срок их использования может сократиться в два или даже три раза.

Для обеспечения продолжительной эксплуатации мостовых сооружений необходимо проводить мероприятия, направленные на повышение их безопасности, которая является важной составляющей общей национальной безопасности. Для этого из специалистов разных уровней необходимо создать рабочую группу, которая будет включать ученых, инженеров, инвесторов, заказчиков, исполнителей. Совместная работа поможет им общими усилиями решать вопросы безопасности мостовых сооружений. Такой вид деятельности может привести к необходимости создания научных школ для подготовки специалистов в области обеспечения безопасности мостовых сооружений.

В статье [3] особое внимание уделено выступлению А.В. Перельмутера на семинаре SCAD, в завершении которого он выделил пять тезисов о прогрессирующем обрушении, которые можно применить и к мостам.

Первый тезис: полная защита конструктивной схемы сооружения от локальных отказов невозможна. Поэтому задачами проектировщика является анализ и понимание причины происхождения таких разрушений, а также оценка последствий.

Второй тезис: цепное развитие разрушений (эффект домино) – наиболее опасное последствие. Поэтому проектировщик должен оценить возможность продолжения процесса развития повреждений.

Третий тезис: анализ происхождения чрезвычайной ситуации расширяет возможности проектировщика. Следствием является правильно подобранные меры против какого-либо разрушения или аварии.

Четвертый тезис: многие из исходных процессов связаны с динамическим эффектом.

Пятый тезис: при неизбежности исключения цепного развития аварии или разрушения, необходима возможность локализации и управления последствиями. В следствие этого нужно использовать методы локализации аварий.

При проектировании следует избегать наступления аварий и разрушений транспортных сооружений, но уж если случается несчастный случай, то нужно проводить тщательный анализ произошедшего, чтобы не допустить повторения событий [4].

Аварии и разрушения мостового сооружения могут повлечь за собой цепочку последствий. Первым делом после любого происшествия необходимо перекрыть движение для всех транспортных средств. Затем следует привлечь полицию для выяснения обстоятельств и скорую помощь для оказания первой помощи. Обязательно должен быть подготовлен маршрут объезда места разрушения или аварии. Необходимо проанализировать разрушение и организовать проведение ремонтных или реконструкционных работ. Поврежденные мостовые

сооружения должны быть заменены более эффективными сооружениями с использованием современных методов проектирования и строительства.

В статье [4] дается ссылка на Национальное приложение к Еврокоду EN 1991-1-7, в котором приводится классификация особых (аварийных последствий):

- сейсмические воздействия;
- опасные метеорологические явления, приводящие к повышенным ветровым нагрузкам на здания, сооружения;
- воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта или оседанием его в карстовых районах и районах горных выработок;
- нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;
- взрывы снаружи или внутри здания, сооружения (бытовой газ, взрывоопасные газовые смеси и жидкости);
- ударные воздействия;
- пожарные нагрузки;
- транспортные аварии (дорожно-транспортные происшествия, авиационные катастрофы);
- аварии зданий и сооружений или значительные повреждения их несущих конструкций, вызванные одной из следующих причин: ошибки в проектах, в том числе связанные с несовершенством требований норм; дефекты материалов; аварии, связанные с человеческим фактором – недоброкачественным производством работ (при строительстве или монтаже оборудования).

К сожалению, как в приведенной в ссылках литературе, так и в другой, проанализированной нами, нет взаимосвязи аварийности транспортных сооружений с их эстетикой. Хотя можно все-таки предположить, что архитектурное решение транспортного сооружения может оказать определенное влияние на безопасность его эксплуатации и неплохо было бы попытаться оценить это влияние. Для этого попробуем рассмотреть тему измерения и оценки красоты сооружений.

2. Эстетика в строительстве мостовых сооружений

Для того, чтобы понять, насколько эстетика коррелирует с аварийностью и разрушением мостовых сооружений, необходимо проанализировать, что такое эстетика и насколько она может повлиять на окружающую среду в целом. Под окружающей средой будем подразумевать не только природу, но и население. Важно понимать, что каждое мостовое сооружение само по себе составляет часть окружающей среды [8].

Эстетика – это наука о прекрасном [9]. Исходя из этого определения в обыденном сознании людей термины «эстетичный» и «красивый» воспринимаются как синонимы. На самом деле, понятие эстетика не ограничивается описанием внешних качеств объекта, то есть эстетичный – это не только красивый, но и качественный.

Г.Г. Азгальдов в своей книге [10] высказывает мысль о том, что качество объекта при квалиметрическом анализе несет в себе две важных составляющих: функциональность – способность удовлетворять материальные потребности и эстетичность – способность

удовлетворять моральные потребности. Причем независимо от соотношения этих двух критериев эстетичность присутствует всегда как характеристика, без учета которой высокое качество объекта не будет обеспечено.

Главной функцией мостового сооружения является способность удовлетворять потребности населения или животных, состоящее в безопасном перемещении из одной точки местности в другую. Условия безопасности создает правильно рассчитанная и спроектированная конструкция сооружения. При разработке проекта на основе нормативной и технической документации, не только обеспечивается безопасность сооружения, но и закладываются все возможные риски разрушения и аварий сооружения, вызываемые в том числе и природными и техногенными факторами. Оценка надежности и прочности готового мостового сооружения проводится также на основе норм и правил проектирования.

Если же рассматривать вторую составляющую качества объекта – эстетичность, то возникает вопрос о возможности оценить эстетику с помощью математических средств. Этому и посвящена книга Г.Г. Азгальдова [10]. Существует несколько методов количественной оценки красоты, которые подразделяются на три основных группы. Экспертные – характеризуются тем, что основываются только на экспертных способах получения и обработки информации. Аналитические – основу которых составляют аналитические методы взаимодействия с информацией. Комбинированные – включают в себя и экспертные и аналитические способы.

Экспертные и комбинированные методы в большей степени основываются на субъективных мнениях людей и психологических опросах. В подтверждение этому приведем суждение Н. Акимова: «Трудность научного подхода к искусству в том, что применять оценки исходя из своего вкуса – недопустимо (вкусовщина), основываясь на чужом вкусе – нечестно (конъюнктурщина), а громко заявить, что суждение выносится при полном отсутствии у его автора вкуса к искусству, – неприлично!» [10, с. 67].

Аналитические методы основаны на анализе экспериментальных данных. Более подробно с этой категорией методов можно ознакомиться в [10]. Большинство из них связаны с научными техническими дисциплинами, что доказывает тот факт, что эстетику можно оценить количественно и она может следовать законам природы. Подтверждением этому служит цитата поэта Гете: «Прекрасное есть проявление законов природы. Для прекрасного требуется закон», а также очень интересное суждение скульптора Антуана Бурделя «Искусство – завуалированная алгебра» [10, с. 11].

Существует много различных мнений по поводу того, можно ли оценить эстетику архитектурных сооружений с помощью чисел. Кто-то говорит, что искусство не приемлет численных выражений, а другой утверждает, что все, что нас окружает, возможно рассчитать, «используя алгебру». Проанализировав литературу, посвященную этой теме, мы позволим себе придерживаться мнения, что эстетику можно оценивать с помощью количественных характеристик (показателей).

Нельзя не сказать о такой разновидности эстетических показателей, которая включает в себя показатели рациональности формы. В их основе лежат вопросы конструктива, применяемых материалов и технологий. Анализ всего этого также требует расчетов.

Исходя из приведенной информации можно сделать вывод, что качество конструкции можно рассчитать и запроектировать, основываясь на двух составляющих – функциональности и эстетичности.

На рисунке 1 представлена конструкция современного моста Сань-Шань в Пекине, который планировалось построить к Олимпиаде 2022 года. Основная конструкция моста состоит из серии колец, которые соединены между собой в нижних и верхних точках. Высота

колец достигает 92 метров, а длина всего мостового сооружения – 452 метра. Кольца образуют основной элемент несущей конструкции, удерживая мостовое полотно стальными тросами, расположенными между ними. Последовательность дуг образует двойную спираль, которая пересекается в нижней и верхней части, что обеспечивает устойчивость всей конструкции и ее безопасность. По конструктивной схеме это вантовый мост с криволинейными пространственными пилонами¹.

*Рисунок 1. Проект моста Сань-Шань
в Пекине (источник: <https://novate.ru/blogs/250119/49225/>)*

Сооружение впечатляет не только конструктивными особенностями, но и своим архитектурным решением, которое еще больше придает мосту эстетическую выразительность. Полосы движения транспортных средств отгорожены от пешеходных дорожек зелеными насаждениями. Это позволяет мостовому сооружению гармонировать с окружающей средой.

Невозможно построить данное мостовое сооружение так, чтобы через несколько десятков лет его признали аварийным. Во-первых, мост Сань-Шань запроектирован как уникальное сооружение, следовательно, к нему изначально применены более серьезные требования, которые не позволят ему разрушиться. Во-вторых, важен моральный фактор, связанный с тем, что инженеры-проектировщики и архитекторы этого моста стремятся при проектировании создать все условия для продолжительного существования объекта.

В статье [11] приведено мнение выдающегося инженера и ученого С.С. Уитни, который утверждал, что мостовое сооружение, которое по результату строительства будет уродливое и надежное, можно по равным критериям сравнить с красивым, но ненадежным. Строительство обоих сооружений считается незавершенным, потому что в обоих случаях будут удовлетворены не все потребности. Если мост удовлетворяет всем инженерным характеристикам, он считается материально пригодным. В случае, если он имеет безупречный внешний вид, его можно считать морально пригодным.

¹ Интернет проект Novate.Ru [Электронный ресурс] <https://novate.ru/blogs/250119/49225/> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: 05.04.2020).

Мостовые сооружения в определенное время начали терять свои эстетические свойства, так как у людей была необходимость в строительстве функциональных мостов, и было не до красоты. Да нередко и теперь мало кто при проектировании обращает на это внимание, ведь главное обеспечить функциональную потребность сооружения. По причине того, что мосты становятся однотипными, люди также перестают уделять им внимание. Чем больше начнут создавать мостовые сооружения эстетического внешнего вида, тем больше будет проявляться интерес у населения к таким объектам.

В нашем мире уже существует много неординарных и интересных архитектурных сооружений, для примера рассмотрим мостовое сооружение в Испании. Мост-павильон построен в Сарагосе в 2008 году (рисунок 2). Он использовался как выставочный зал на Expo-2008.

Рисунок 2. Мост – павильон в Сарагосе, Испания

(источник: <https://agentika.com/ru/encyclopedia/df6cd2fe-d50e-4fd1-b8c1-c47c8d50c406/places/root/cb5cb27b-598c-4f4b-bfbf-1f373dafb62d?version=zKM-1>)

Большой интерес вызывает сама конструкция моста. Первой особенностью является расположение и конструкция опор моста, одна из которых расположена в русле реки и две по краям моста на берегах реки. При проектировании были учтены возможные приливы и отливы реки и предусмотрено укрепление опор. Второй особенностью является сама конструкция мостового сооружения. Мост состоит из четырех модулей: один длиной около 155 метров, а три по 125 метров. Оболочку сооружения составляет ограждающая конструкция, напоминающая рыбу чешую. Ограждение состоит из треугольных панелей, которые закреплены подвижно. Это способствует естественной вентиляции и прониканию солнечных лучей.

На сегодняшний день существует необходимость учить архитекторов и инженеров привлекать эстетику при проектировании мостовых сооружений, чтобы потом научить обычных людей созерцать и понимать красоту таких объектов.

3. Связь понятий эстетика и видеоэкология

В 1989 году В.А. Филиным был введен термин «видеоэкология» [12; 17]. Основу этого понятия составляют два слова: «видео» – то, что воспринимает человек с помощью зрения, «экология» – взаимодействие человека с окружающей средой. Сегодня это наука, изучающая взаимодействие человека с видимой окружающей средой.

Все, что мы сегодня видим за пределами своего дома, составляет наш стиль и настроение жизни. Российские исследователи выяснили, что дети, которые проживают в историческом центре города Санкт-Петербурга, имеют общее развитие в разы лучше, чем те, кто живет в современных жилых комплексах с типовой монолитной застройкой. Связано это с тем, что центр города имеет разнообразные архитектурные объекты, в то время как обычные жилые районы наполнены однотипными домами, чаще серой цветовой гаммы, а также отсутствием зеленых насаждений в полном объеме.

Ввиду отсутствия достаточной информации о видеоэкологии применительно к мостовым сооружениям, рассмотрим более подробно взаимосвязь эстетики и видеоэкологии на примере жилых домов.

Анализ жилого фонда в России показывает, что более 60 % застроек составляют крупнопанельные здания. Такой метод застройки уменьшает сроки строительства, но создает агрессивную среду для восприятия окружающего мира.

Строительство уникальных зданий создает благоприятную среду для органов зрения. Если зрению позволить воспринимать эстетичную картину мира, то это поможет стимулировать умственную активность человека. Например, для нашего зрения полезны такие объекты:

- различные зрительные элементы (арки, колонны, лепнина);
- необычный силуэт объекта;
- насыщение деталями (окна, вывески, подъезды);
- применение символических деталей [12].

Проанализируем возможные визуальные «раздражители». Как пример, это протяженные типовые здания, с множеством одинаковых окон. Такие объекты образуют агрессивные визуальные поля. Подобное можем наблюдать на рисунке 3, где представлена высокая концентрация раздражителей:

- типовая застройка жилых домов, обшитых сэндвич-панелями раздражающих цветов;
- большое количество окон;
- отсутствие зеленых насаждений.

Такая визуальная картина приводит к «городскому стрессу», который может повлечь за собой как психические расстройства, так и физиологические проблемы со здоровьем.

Зрительными раздражителями могут быть также и транспортные сооружения. Например, проанализируем приведенные на рисунке 4 два мостовых сооружения, построенных в разное время. Мост слева современный, он был построен несколько лет назад, и мы видим, что у него более совершенный вид, но он все равно не вписывается в окружающую среду. Рассматривая мост справа, ни о каком эстетичном виде говорить не стоит. У моста частое расположение опор, которые загораживают весь горизонт. Если находиться на набережной (под

мостом), то вся красивая картинка, состоящая из зелени на другом берегу, автоматически перестает радовать и вдохновлять.

Рисунок 3. Жилой дом в городе Тюмень (источник: <https://go.2gis.com/3hyrn>)

К сожалению, в данном месте при строительстве мостовых сооружений были удовлетворены только материальные потребности, а при проектировании и строительстве никто не задумывался об эстетических потребностях.

*Рисунок 4. Мост Челюскинцев через реку Тура
в городе Тюмень (источник: <http://kvobzor.ru/news/i39970?/>)*

Для сравнения приведем пример еще одного мостового сооружения. Мост, изображенный на рисунке 5, можно считать эстетичным и видеоэкологичным. Во-первых, его опоры с проемами визуальнo не загромождают пространство, являются «прозрачными», что позволяет расширить поле зрения. Во-вторых, вокруг все покрыто зеленью, что не дает нашему мозгу впасть в депрессию, а наоборот создает благоприятную картину для органов зрения.

Также интересной идеей была окраска перильного ограждения в красный цвет, что хорошо гармонирует с домами, расположенными перед мостом.

Рисунок 5. Мост через реку Дубровенка в г. Могилеве (источник: <https://zgbmk.by>)

Для решения проблем, поднимаемых видеоэкологией, отметим факторы создания гармоничной городской среды:

- учет физиологических норм зрения человека;
- правильная масштабность и уместные пропорции в архитектуре сооружения;
- согласованность и упорядоченность различных элементов городского дизайна и наружной рекламы с окружающей застройкой;
- последовательная концепция колористики города.

Создание визуально комфортной городской среды не случайно включает в себя аспект грамотных колористических решений, ведь цвет – мощнейшее средство воздействия на человека. Цвет – обязательный элемент градостроительного формообразования, выполняющий свои определенные функции. В современной архитектуре их три: ориентация в пространстве (сигнально-информационная роль); обеспечение психофизиологического комфорта; создание колористического образа (композиционная роль).

По законам колористики, цвета делятся на три группы по их действию на пространство: нейтральные (преимущественно ахроматические); светлые (имеют решающее значение в цветовой композиции); яркие хроматические цвета (используются как акценты) [13–14].

Следует отметить и такой важный элемент повышения эстетичности мостовых сооружений, как применение окрашивания. Дело в том, что в последнее время для повышения долговечности мостов применяются те или иные способы. Довольно широкое распространение получило применение лакокрасочных покрытий для антикоррозионной защиты как металлических, так и железобетонных мостов. Наружные поверхности мостовых сооружений обычно окрашиваются в три слоя, а внутренние в два, причём для того, чтобы не пропустить

отдельные неокрашенные участки поверхности, каждый слой лакокрасочных покрытий имеет отличающийся цвет [15]. Так вот, наружный, финишный слой покрытия, кроме обеспечения антикоррозионной защиты может и должен иметь такой цвет, который обеспечит хорошее визуальное восприятие мостового сооружения. Поэтому, цвет наружного слоя антикоррозионной лакокрасочной системы на мосту должен назначать не заказчик (или как это нередко бывает, губернатор региона, где строится мост), а квалифицированный в области колористики архитектор.

Проанализировав информацию и примеры, представленные выше, можно сделать вывод, что эстетика и видеоэкология – могут выступать как взаимосвязанные понятия. Мостовое сооружение, которое будет эстетически правильным, то есть удовлетворять всем основам эстетики, таким как:

- простота;
- хорошие пропорции с акцентом на тонкость элементов;
- четкая демонстрация того, как работает конструкция под действием нагрузки;
- соответствие сооружения его окружению [16],

можно считать видеоэкологичным по причине того, что оно будет удовлетворять и материальные, и эстетические потребности. При зрительном восприятии такого сооружения мозговая деятельность будет направлена только на позитивный лад, следовательно, у населения не будут возникать депрессивные эмоции.

Архитектура воздействует на человека постоянно и большей частью подсознательно. Справедливо писал Виктор Пелевин: «То, что видишь каждый день много лет, постепенно превращается в памятник тебе самому ... видеть – на самом деле значит накладывать свою душу на стандартный отпечаток на сетчатке стандартного человеческого глаза». если на душу человека «накладывается» соседний дом или иное сооружение агрессивного вида, то и памятник себе самому превратится в многоглазое чудовище [17].

4. Применение методов повышения качества и надежности при оценке эстетических качеств мостовых сооружений

Понятие «качество» очень популярно в речи, но мало кто задумывается о его истинном значении. На протяжении многих лет у людей сложилось различное представление о том, что такое качество.

Бытовое понятие качества описывается так: соответствие продукта определенным нормам, требованиям, стандартам (технические, санитарно-гигиенические, технологические).

С точки зрения потребителя: качество – это соответствие параметров объекта требованиям и запросам потребителя.

Исходя из того, что не все требования и запросы потребителя могут быть осуществлены производителем, то полное современное определение понятия «качества» звучит так. «Качество» – соответствие параметров объекта требованиям и запросам потребителя, и возможностям производителя.

Следует обратить внимание на то, что «качество» – это характеристика изделия (продукта, услуги), которая может быть, как положительной, так и отрицательной. То есть качество может быть хорошим, отличным, в той же мере, как и плохим. Из вышесказанного можно сделать вывод, что словосочетание «качественный товар» считается некорректным.

Эдвардс Деминг – американский ученый, который помог Японии после Второй Мировой войны обеспечить производство товаров высокого уровня качества, в результате чего Япония заняла уверенные позиции в ряде промышленных отраслей. Э. Деминг разработал систему управления качеством, состоящую из четырнадцати постулатов [18]. Эти постулаты вполне можно применять и в отрасли мостостроения для повышения качества мостовых сооружений и даже для обеспечения эстетического вида мостов. Кратко рассмотрим эти постулаты.

5. Постоянное совершенствование изделий и услуг

Улучшение изделий и услуг – постоянный процесс. К сожалению, не все придерживаются этого. На этапе становления бизнеса руководство той или иной компании стремится сделать продукт, который захватит весь рынок. На первой стадии роста предприятия – это реально, но позднее появляется конкуренция, которая способна поглотить все недавние успехи. Следовательно, для того, чтобы утвердить свое положение на рынке, стать конкурентоспособным и обеспечить рабочие места наемной рабочей силе в ближайшем будущем, необходимо постоянное развитие продукции и предприятия в целом. Развитие включает в себя: долгосрочное планирование и введение новшеств в работу; вкладывание ресурсов в образование и исследования; постоянное совершенствование изделий и услуг.

1. Принятие новой корпоративной философии.

Необходимо полностью изменить свое отношение к рабочим процессам, поведению работников и устранению различных производственных проблем. Необходимо предотвратить опоздания, частую смену рабочего персонала, неэффективные методы обучения, а также персонал, который не знает о своих обязанностях и боится задавать вопросы. Также нельзя терпеть бракованные изделия и некачественные услуги.

2. Исключите массовый контроль.

Для достижения высшего качества продукции или услуги нет необходимости в постоянном контроле. Необходимо лишь применять статистические методы контроля качества на производстве.

3. Исключить закупку сырья на основе низкой цены.

При закупке сырья не следует искать поставщиков исходя из критерия низкой цены. Необходимо стремиться к созданию долговременных отношений с одним поставщиком одного вида сырья. Это поможет более грамотно создавать условия и ресурсы для лучшего качества выпускаемой продукции в долговременной перспективе.

4. Совершенствуйте производственную систему.

Успех начинается с малого. Для того, чтобы довести систему производства до совершенства необходимо наладить и изучить каждый даже небольшой процесс. В прямые обязанности руководства в первую очередь входит совершенствование всех процессов производства.

5. Внедрение процессов подготовки и переподготовки кадров.

Для успешного улучшения производственного процесса существует необходимость в постоянном обучении всех уровней сотрудников компании. На сегодняшний день мы живем в такую эпоху, когда каждый день внедряется и изобретается что-то новое во многих сферах производств и обычной жизни. Не все сотрудники могут сами отслеживать новые технологии или исследования. Любая компания ответственна за образование и навыки своих сотрудников.

6. Учредите систему лидерства.

Руководство отвечает за то, чтобы в компании основу всего составляло качество. Руководству следует обеспечивать принятие немедленных мер при возникновении любых проблем на производстве. Руководство обязано владеть всеми навыками лидера, которые помогают в первую очередь создавать правильные отношения с кадрами компании.

7. Исключите эмоции страха.

Работник не должен испытывать страх при общении с руководством, а также при выполнении своих непосредственных обязанностей. Он не должен бояться менять что-то в своей работе, а должен стремиться к этому.

8. Исключите барьеры между подразделениями и отделами.

Работники одной компании должны работать как одно целое, как единый механизм, независимо от направленности своей деятельности.

9. Исключите лозунги и плакаты с призывами.

Лозунги и плакаты, которые содержат только призыв или цель, но не несут информации о том, как этого добиться, считаются пустыми и бессмысленными.

10. Исключение количественной оценки работы.

Количественная оценка работы, а точнее цифровые квоты характерны для сдельной оплаты труда. Все остальные виды оплаты нужно освободить от зависимости стандартов предприятий, которые несут в себе нормы выработки, квоты и количественные задания. Нормы совершенно несовместимы с постоянной оптимизацией производства.

11. Необходимо создать условия работы, которые будут вызывать чувство гордости у работников.

Необходимо устранить все проблемы, которые усложняют труд работников, лишая их возможности гордиться своей работой.

12. Внедрение поощрений за самообразование.

Знания – главный источник конкурентоспособности. Достаточно мало специалистов с желанием учиться чему-то новому и достигать еще большего.

13. Необходимо создать систему, которая поможет каждому работнику совершенствовать прогресс компании. Старайтесь любыми действиями делать компанию лучше.

Все вышеописанные принципы могут помочь компаниям и производствам стать совершеннее и стремиться стать лучше, несмотря на то, что Э. Деминг сформулировал эти принципы более полувека назад.

Надежность объектов закладывается при проектировании, реализуется при изготовлении и расходуется при эксплуатации. Следовательно, методы повышения качества необходимо рассматривать на протяжении всего жизненного цикла сооружения. Рассмотрим статистические методы контроля качества, так как они могут быть использованы в целях оценки эстетических качеств мостовых сооружений [18–24].

- Контрольные листки.

Метод контрольных листов используют для фиксирования данных на основе опыта и для их систематизации.

Обычно контрольный лист представляет собой таблицу или график, в который позже заносятся все данные. Чаще всего такие листки содержат инструкцию или методику по их заполнению. Целью использования данного метода является сбор и упорядочение данных для дальнейшего их использования. Контрольные листки подразделяются на виды:

- для регистрации распределения изменяемого параметра;
- для регистрации вида дефекта;
- для локализации дефекта.

- **Метод стратификации (расслаивания).**

Данный инструмент позволяет произвести расслоение данных, то есть сгруппировать данные по разным свойствам или условиям их получения, затем произвести их анализ в отдельности у каждой группы.

При использовании данного метода необходимо помнить, что разделение на группы (расслоение) должно быть явным, чтобы провести анализ хорошего качества. Также количество групп после «расслоения» не должно превышать начальное количество данных.

Целью стратификации является контроль протекающих процессов, а также выявление проблем путем расслаивания данных. Этот метод является основой для других.

- **Диаграмма причинно-следственная (диаграмма Исикавы).**

Диаграмма Исикавы – инструмент, благодаря которому можно выявить наиболее важные причины, влияющие на результат (следствие). С помощью нее можно систематизировать условия, влияющие на проблему (на показатели качества).

При построении такого типа диаграммы изображаются все причинно-следственные связи в добавок к факторам, которые оказывают влияние на изучаемый объект. Это и есть главное достоинство данного метода.

- **Диаграмма Парето.**

Данный метод помогает более успешно анализировать причины появления отказов и дефектов, которые имеют влияние на данную проблему, а также позволяет найти пути ее решения. Метод в первую очередь помогает определить основную проблему, которая влечет за собой следующие.

Диаграмма Парето представляет собой график, имеющий столбчатый вид, каждый столбик которого является составляющей исследуемого фактора. По оси абсцисс откладываются причины в порядке убывания, по оси ординат – сами проблемы (рис. 6).

Рисунок 6. Пример диаграммы Парето (источник: [15])

Целью использования диаграммы Парето является:

- представление информации о факторах (причинах), влияющих на изменения характеристики, в удобной и наглядной форме;
 - ранжирование факторов (причин) и распределение приоритетов в последующих действиях;
 - оценивание результативности и эффективности предлагаемых действий;
 - область первоочередных мероприятий.
- **Гистограммы.**

Гистограмма – наиболее распространенный метод, который способен наглядно отразить распределение данных и позволяет зрительно оценить представленную информацию. Гистограмма – вид столбчатой диаграммы, который помогает наглядно показать распределение величин. С помощью гистограммы можно оценить, насколько близко к заданному номиналу среднее значение процесса, а также соотношение допуска и поля рассеивания значений процесса.

- **Контрольные карты Шухарта.**

Контрольные карты – инструмент, который позволяет отслеживать протекание процесса и воздействовать на него еще до тех пор, как он станет неконтролируемым.

Данный метод был предложен Уолтером Шухартом еще в 1924 году и до сих пор остается наиболее важным инструментом статистического управления качеством. Контрольная карта представляет собой бланк, состоящий из центральной линии и двух линий, которые являются контрольными границами. На бланк точками наносятся данные измерений, и затем визуально выявляются отклонения того или иного процесса.

Контрольные карты Шухарта могут быть реализованы при:

- анализе состояния технологического процесса с целью обнаружения разрушающих воздействий;
- слежении за состоянием технологического процесса или корректировке его при необходимости.

Заключение

Для того, чтобы создавать мостовые сооружения совершенного вида и качества, необходимо и заказчику, и подрядчику (проектировщику, строителю, эксплуатационнику) научиться слышать и понимать друг друга. Если инженер сможет создавать эстетически выразительное и конструктивно качественное сооружение, а инвесторы и заказчики примут это правильно, то есть шанс на то, что мостовые сооружения будут не только функциональными, но и способными удовлетворить моральные потребности общества.

Инженер – творец прекрасного, в его руках не только создание конструкции или сооружения, но еще и способность приучать людей к созерцанию прекрасного и эстетичного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Ф.Д. Крушения инженерных сооружений. Историко-технические очерки. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. М. 1953. 188 с.
2. Майстренко И.Ю., Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Кокодеев А.В. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ из причин. Часть 1 // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №4 (2017) <https://t-s.today/PDF/13TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/13TS417.
3. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Майстренко И.Ю., Кокодеев А.В. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ из причин. Часть 2 // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, №4 (2017) <https://t-s.today/PDF/14TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/14TS417.
4. Майстренко И.Ю., Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Успанов А.М. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 3 // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №1, с. 1–41. <https://t-s.today/PDF/08SATS118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/08SATS118.
5. Овчинников И.И., Майстренко И.Ю., Овчинников И.Г., Успанов А.М. Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 4 // Транспортные сооружения, 2018 №1, с. 1–25. <https://t-s.today/PDF/05SATS118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
6. Овчинников И.И., Дядченко Г.С., Овчинников И.Г. Современные пешеходные мосты: конструкция, строительство, архитектура: учебное пособие. Москва: Вологда: Инфра – Инженерия. 2020. 312 с.: ил., табл. ISBN 978-5-9729-0431-0.
7. Azmat Hussain, Sumaira Jan. (2016). Bridges Failures in Extreme Flood Events by Taking a Case Study. International Journal of Civil Engineering and Technology, 7(5), pp. 222–231.
8. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Караханян А.Б. Современные тенденции в проектировании пешеходных мостов // Дороги и мосты. РосдорНИИ. 2015. Вып.33. с. 177–194.
9. Овчинников И.И., Горбачева И.А., Овчинников И.Г. Влияние инноваций на эстетику мостовых сооружений // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 No1, <https://t-s.today/PDF/01SATS119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
10. Азгальдов Г.Г. Численная мера и проблема красоты в архитектуре. М. Стройиздат. 1978. 92 с.
11. Making concrete bridge beautiful, M.K. Hurd.
12. Кузин А.В. Роль видеоэкологии в формировании окружающей среды // Сборник материалов X Всероссийской, научно-практической конференции молодых специалистов с международным участием «Россия молодая» с. 42405.1–42405.5.
13. Варгот, Т.А. Цветоведение и колористика: учебное пособие к практическим и теоретическим занятиям / Т.А. Варгот. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 47 с.

14. Алексеев С.С., Теплов Б.М., Шеварев П.А. Цвет в архитектуре. – Москва, 1934. – 134 с.
15. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. – Саратов: Изд-во «Кубик», 2014. – 504 с.: ил. 155., табл. 23., библи. 175 наим.
16. Горбачева И.А., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Исследование применимости постулатов мостовой эстетики к задаче проектирования мостов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, No4 (2017) <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
17. Филин В.А. Визуальная среда города // «Вестник Международной академии наук. Русская секция», 2006. Выпуск №2: 43–50.
18. Deming W.E. Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality.
19. А.Н. Чубинский, И.М. Батырева, Д.С. Русаков Основы управления качеством. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» (профиль «Технология деревообработки») СПб.: СПбГЛТУ – 90 с.
20. Статистические методы повышения качества: Пер. с англ. / Под ред. Х. Кумэ. – М.: Финансы и статистика, 1990.
21. Netes V.A. Pareto analysis approach to reliability improvement // 2d Reliable Communication Networks (DRCN 2000). April 9–12, 2000. Munich. Proceedings. München: Herbert Utz Verlag, 2000. P. 187–191.
22. Исикава К. Японские методы управления качеством: Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1988.
23. Надежность технических систем: Справочник / Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985.
24. International Electrotechnical Commission. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191: Dependability and Quality of Service.

Neustroeva Juliya Dmitrievna

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: neustroeva.jd@mail.ru

Ovchinnikov Igor Georgievich

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
Perm national research polytechnic university, Perm, Russia
E-mail: bridgesar@mail.ru

Aesthetics of a bridge structure as one of the ways to improve its quality

Abstract. Analysis of the causes of bridges accidents conduct during two hundred years. Accumulated during this time information to allows qualifies the causes of accidents in three categories. The article is presents the categories of reasons for the collapse of bridges and discusses measures to enhance the operational safety of bridges.

The authors also consider scientific directions, research of which can affect statistics of accidents and destruction of bridge structures both in our country and around the world.

Special attention is paid to such terms as aesthetics and video ecology, their possible interaction is investigated, as well as their joint impact on reducing the accident rate of structures. The article presents examples of the application of aesthetics, thanks to which it is possible to understand the power of their influence on our life and the environment as a whole.

According to the authors, an assessment of aesthetic qualities can be made by calculation. In support of this, the article provides a variety of methods for quantifying aesthetics.

During the work, the authors considered the factors of creating a harmonious urban environment, which should be taken into account in the design of the bridge structure.

Research of design quality in terms of aesthetics – quite subjective process. Assessment of the aesthetic appearance to be more versatile. The article analyzes the methods for evaluating the aesthetic appearance of buildings, including settlement.

Bridge construction must comply with engineering standards of his time. Observance of this gives the right to consider the construction of high quality. We consider the principles of W. Edwards Deming, 14, who offered to apply in every successful manufacturing process, including when creating bridges. The article also describes methods of quality control, which can be used to evaluate the aesthetic qualities of the bridge structures.

Keywords: bridge constructions; bridge; accidents; destructions; reasons; esthetics; videoecology; safety; reliability; quality

REFERENCES

1. Dmitriev F.D. (1953). *Krusheniya inzhenernykh sooruzhenii. Istoriko-tehnicheskie ocherki. [The collapse of engineering structures. Historical and technical essays.]* Moscow: State Publishing House of Literature on Construction and Architecture, p. 188.
2. Maystrenko I.Y., Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Kokodeev A.V. (2017). Failures and collapses of bridge constructions, analysis of their causes. Part 1. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(4). Available at: <https://t-s.today/PDF/13TS417.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/13TS417.
3. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Maystrenko I.Y., Kokodeev A.V. (2017). Failures and collapses of bridge constructions, analysis of their causes. Part 2. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(4). Available at: <https://t-s.today/PDF/14TS417.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/14TS417.
4. Maystrenko I.Yu., Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Uspanov A.M. (2018). Failures and collapses of bridge constructions, analysis of their causes. Part 3. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/08SATS118.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/08SATS118.
5. Ovchinnikov I.I., Maystrenko I.Yu., Ovchinnikov I.G., Uspanov A.M. (2018). Failures and collapses of bridge constructions, analysis of their causes. Part 4. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/05SATS118.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/05SATS118.
6. Ovchinnikov I.I., Dyadchenko G.S., Ovchinnikov I.G. (2020). *Sovremennye peshekhodnye mosty: konstruktsiya, stroitel'stvo, arkhitektura. [Modern pedestrian bridges: construction, construction, architecture.]* Moscow, Vologda: Infra – Engineering, p. 312. ISBN: 978-5-9729-0431-0.
7. Azmat Hussain, Sumaira Jan. (2016). Bridges Failures in Extreme Flood Events by Taking a Case Study. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 7(5), pp. 222–231.
8. Ovchinnikov I.G., Ovchinnikov I.I., Karakhanyan A.B. (2015). Current trends in the design of pedestrian bridges. *Roads and bridges. Russian Road Research Institute*, 33, pp. 177–194 (in Russian).
9. Ovchinnikov I.I., Gorbacheva I.A., Ovchinnikov I.G. (2019). The influence of innovation on the aesthetics of bridges. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(6). Available at: <https://t-s.today/PDF/01SATS119.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/01SATS119.
10. Azgal'dov G.G. (1978). *Chislennaya mera i problema krasoty v arkhitekture. [Numerical measure and the problem of beauty in architecture.]* Moscow: Stroyizdat, p. 92.
11. Hurd M.K. (n.d.). *Making concrete bridge beautiful.*
12. Kuzin A.V. (n.d.). Rol' videoekologii v formirovaniі okruzhayushchey sredy. [The role of videoecology in shaping the environment.] pp. 42405.1–42405.5.
13. Vargot T.A. (2014). *Tsvetovedenie i koloristika: uchebnoe posobie k prakticheskim i teoreticheskim zanyatiyam. [Floristics and coloristics: a training manual for practical*

- and theoretical studies.*] Chelyabinsk: Publishing Center South Ural State University, p. 47.
14. Alekseev S.S., Teplov B.M., Shevarev P.A. (1934). *Tsvet v arkhitekture. [Color in architecture.]* Moscow, p. 134.
 15. Ovchinnikov I.G., Likverman A.I., Rasporov O.N. and etc. (2014). *Zashchita ot korrozii metallicheskih i zhelezobetonnykh mostovykh konstruktsiy metodom okrashivaniya. [Corrosion protection of metal and reinforced concrete bridge structures by painting.]* Saratov: Publishing House "Cube", p. 504.
 16. Gorbacheva I.A., Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. (2017). Analysis of applicability of bridge aesthetics postulates to the problem of bridge designing. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(4). Available at: <https://t-s.today/PDF/12TS417.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/12TS417.
 17. Filin V.A. (2006). The visual environment of the city. *Bulletin of the International Academy of Sciences. Russian section*, 2, pp. 43–50 (in Russian).
 18. Deming W.E. (n.d.). *Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality.*
 19. Chubinskiy A.N., Batyreva I.M., Rusakov D.S. (n.d.). *Osnovy upravleniya kachestvom. Uchebnoe posobie dlya studentov, obuchayushchikhsya po napravleniyu 35.03.02 «Tekhnologiya lesozagotovitel'nykh i derevopererabatyvayushchikh proizvodstv» (profil' «Tekhnologiya derevoobrabotki»). [The basics of quality management. Textbook for students studying in the direction of 03/35/02 "Technology of logging and woodworking industries" (profile "Technology of woodworking").]* Saint Petersburg: Saint Petersburg Forestry University, p. 90.
 20. (1990). *Statistical methods for improving quality.* [Russ. ed.: *Statisticheskie metody povysheniya kachestva.* Ed. by Kh. Kume. Moscow: Finance and Statistics].
 21. Netes V.A. (2000). *Pareto analysis approach to reliability improvement.* München: Herbert Utz Verlag, pp. 187–191.
 22. Isikava K. (1988). *Japanese quality management practices.* [Russ. ed.: *Yaponskie metody upravleniya kachestvom.* Moscow: Economy].
 23. Ed. by I.A. Ushakov (1985). *Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem: Spravochnik. [Reliability of Technical Systems: A Handbook.]* Moscow: Radio and communication.
 24. *International Electrotechnical Commission. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191: Dependability and Quality of Service.*