Гуряева Ирина Михайловна. Обоснование очередности уширения малых и средних мостов на сети автомобильных дорог общего пользования : диссертация ... кандидата технических наук : 08.00.28.- Иваново, 2000.- 176 с.: ил. РГБ ОД, 61 01-5/284-5

**Содержание к диссертации**

Введение

**ГЛАВА I. Современное состояние вопроса**

1.1. Обзор методов обоснования реконструктивных мероприятий на мостовых сооружениях 10

1.2. Анализ современного состояния мостового парка по уровню его морального износа 14

1.3. Закономерности изменения интенсивности и состава движения на автомобильных дорогах региона 25

1.4. Безопасность движения транспортного потока на мостах 37

1.5. Цель и задачи исследования 43

**ГЛАВА II. Экспериментальные исследования закономерностей движения транспортных потоков на малых и средних мостах**

2.1. Методика проведения экспериментальных исследований 51

2.2. Обработка экспериментальных данных 59

2.3. Закономерности изменения скорости транспортного потока на мосту в зависимости от его габарита 72

2.4. Закономерности изменения расстояний от колеса автомо биля до ограждения ездового полотна и от колеса авто мобиля до оси проезжей части моста в зависимости от его габарита 80

Выводы по главе II

**ГЛАВА III. Математическое моделирование движения транспортных потоков по малым и средним мостам**

3.1. Анализ математических моделей транспортного потока 87

3.2. Математическая модель движения транспортного потока на мостах с разными габаритами 90

3.3. Оценка возможностей математической модели движения транспортных потоков на мостах 98

Выводы по главе III

**ГЛАВА IV. Обоснование очередности уширения малых и средних мостов на сети автомобильных дорог общего пользования**

4.1. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях перехода экономики России к рыночным отношениям 109

4.2. Анализ методов расчета эффективности затрат в автотранс портные сооружения 119

4.3. Инвестиции на выполнение реконструктивных работ в виде уширения 125

4.4. Расчет эффектов на автомобильном транспорте и в не транспортных сферах вследствие уширения моста 130

4.5. Обоснование периода сравнения при определении очередности уширения на мостовой сети 136

4.6. Методика обоснования очередности уширения малых и средних мостов на сети автомобильных дорог общего пользования 140

4.7. Пример обоснования очередности уширения на мостовой сети 148

Выводы по главе IV

Заключение и выводы 160

Литература

* [Анализ современного состояния мостового парка по уровню его морального износа](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-ocherednosti-ushirenija-malyh-i-srednih-mostov-na-seti-avtomobilnyh.html#3296551)
* [Закономерности изменения скорости транспортного потока на мосту в зависимости от его габарита](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-ocherednosti-ushirenija-malyh-i-srednih-mostov-na-seti-avtomobilnyh.html#3296552)
* [Математическая модель движения транспортного потока на мостах с разными габаритами](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-ocherednosti-ushirenija-malyh-i-srednih-mostov-na-seti-avtomobilnyh.html#3296553)
* [Анализ методов расчета эффективности затрат в автотранс портные сооружения](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-ocherednosti-ushirenija-malyh-i-srednih-mostov-na-seti-avtomobilnyh.html#3296554)

**Введение к работе**

Важная роль мостовых сооружений в организации движения по сети автомобильных дорог в нашей стране определяет повышенное внимание проектных, строительных и эксплуатационных организаций к технико-эксплуатационным показателям сооружений.

Для эффективной эксплуатации транспортных сооружений на дорогах требуется своевременное планирование всех работ по простому и расширенному их воспроизводству. Накопление сверхнормативного износа, например, в случае не осуществленного при необходимости уширения моста, приводит к существенному снижению его потребительских свойств:

снижается пропускная способность моста;

уменьшается скорость движения транспортного потока;

растет продолжительность движения автомобилей, что ведет к потерям времени на транспорте;

повышается загазованность воздуха и уровень шума из-за неравномерности движения транспортных средств;

при значительных несоответствиях потребительских свойств дороги и моста возможно возникновение заторов перед въездом на мост;

- снижается безопасность движения транспортных средств.

Скорость транспортного потока, пропускная способность, грузоподъемность моста не всегда соответствуют дорожно-транспортным условиям, сложившимся в настоящее время на участке дороги, где функционирует сооружение. Известно, что скорость проезда транспортного потока по мосту складывается еще на подходах к нему. Мостовой переход рассматривается как узел транспортных потоков, изменение качественного и количественного уровня которых отражается на технико-эксплуатационных характеристиках моста, поэтому для экспериментальных исследований автором выбирались участки автомобильной дороги со сложившейся ситуацией.

Пропускная способность автомобильных дорог зависит от пропускной способности расположенных на них мостов. Поэтому ликвидация диспропорций между габаритами мостов и шириной проезжей части дорог имеет большое значение для повышения эффективности работы автомобильного транспорта.

Условия движения по автомобильным дорогам, а, следовательно, и мостам, находящимся на них, постоянно изменяется в связи с улучшением технических характеристик автомобилей, увеличением их динамических качеств, главным образом, легковых автомобилей, габаритов транспортных средств, в основном тяжелых автомобилей, и состава транспортного потока. Рекомендации, основанные на экспериментальных данных, можно считать справедливыми лишь на некотором отрезке времени, в течение которого пропускная способность стабильна. При изменившихся характеристиках транспортных потоков и дорожных условий требуется постоянный контроль за соответствием потребительских свойств мостовых сооружений условиям движения по ним. Габарит моста должен не только удовлетворять главному требованию: обеспечению безопасности движения, но и должен создавать запас безопасности для снятия напряженного психоэмоционального состояния водителей при проезде по мосту. Такие напряженные моменты могут создаваться как при встрече на мосту автопоездов, так и при встрече высокоскоростных автомобилей, число которых в стране растет, и будет расти в перспективе. Также и при движении одиночного автомобиля при благоприятных погодно-климатических условиях на чистом и ровном покрытии может развиться аварийная ситуация, когда водитель, развивая скорость, не сможет быстро ее сбросить перед въездом на «узкий» мост.

Ситуация, сложившаяся в данный момент с эксплуатируемыми мостами, говорит о том, что, условия движения на значительной их части не обеспечивают потребительских свойств автомобильных дорог, на которых они находятся. Увеличение интенсивности движения, скоростного режима

транспортного потока требует реконструировать мостовые сооружения наиболее эффективным образом: чтобы после уширения потребительские свойства моста максимально обеспечили безопасность и комфортность для автомобилей и пешеходов и, в то же время, инвестиции на проведение работ были минимальны.

В настоящее время, когда наша страна переживает экономические трудности во многих сферах производства, и, по-видимому, такое положение в экономике продолжится еще значительное время, - особенную актуальность приобретает вопрос об экономической эффективности вкладываемых в строительство и эксплуатацию транспортных сооружений средств. Для дорожных и мостовых эксплуатирующих организаций важно решение вопроса об оптимизации очередности проведения работ по реконструкции мостового парка. Финансирование этих затрат осуществляется из территориального и федерального дорожных фондов, то есть фактически заказчиком. Такое положение, безусловно, дает определенные преимущества дорожно-мостовым организациям, но и накладывает обязательства на соответствующие региональные органы управления дорожным хозяйством, так как они сами планируют свой бюджет и отвечают за его выполнение перед государством и налогоплательщиками.

В условиях недостаточного финансирования из Федерального дорожного фонда и неполного сбора налоговых средств актуальными остаются проблемы: в каком порядке следует проводить работы по реконструкции мостов с моральным износом, если таких мостов уже в ведении дорожной или мостовой организации несколько, и планирование таких мероприятий на перспективный период.

При обосновании очередности уширения малых и средних мостов на сети автомобильных дорог общего пользования для сравнения различных вариантов используются методы проектного анализа.

Рациональный вариант проектного решения может быть определен по показателям эффективности инвестиционных проектов с учетом специфики работы мосторемонтных организаций и эффектов в нетранспортных отраслях народного хозяйства от проведения реконструктивных работ на мостах.

Обработка экспериментальных данных, исследование теоретических вопросов планирования осуществлялось с использованием системного анализа, математического моделирования и ПЭВМ.

Целью настоящего исследования является разработка на базе данных о технико-эксплуатационном состоянии мостового парка и режимах движения транспортных потоков по мостам научно-обоснованных рекомендаций по очередности их уширения. Это сократит потери времени на автомобильном транспорте и в нетранспортных сферах народного хозяйства и повысит уровень организации работ.

Научная новизна диссертационной работы заключается в:

установлении в результате экспериментальных исследований зависимостей средней скорости движения транспортного потока от габарита моста и характера распределения транспортных средств по ширине ездового полотна;

разработанной математической модели, связывающей среднюю скорость транспортного потока, интенсивность движения и состав транспортного потока с габаритом моста;

предложенном методическом подходе к рассмотрению стадийного уширения моста в зависимости от изменений средней скорости транспортного потока и часовой интенсивности движения в условиях ограниченных ресурсов.

Практическая ценность работы состоит в возможности использования в условиях недостаточного финансирования дорожного и мостового хозяйств и накопления сверхнормативного износа мостового парка России методики выбора очередности проведения работ по реконструкции в виде уширения

мостов, обеспечивающей повышение эффективности службы мостового парка. Рассматриваемая методика позволяет определять скорость транспортного потока на мостах при изменениях интенсивности движения, состава транспортного потока и габарита моста, что повышает эффективность принимаемых решений по уширению мостов. Можно также отметить, что основными исходными параметрами при назначении очередности работ по уширению мостов является интенсивность движения и состав транспортного потока, измерение которых для организаций-владельцев мостов в настоящее время не вызывает затруднений.

Предложенная в диссертационной работе методика определения очередности уширения мостов рекомендуется для внедрения в региональных органах управления дорожным и мостовым хозяйствами при разработке текущих и перспективных планов воспроизводства искусственных сооружений.

Публикации: по результатам исследований опубликовано 8 печатных работ.

Структура и объем работы: диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 116 наименований и содержит 176 страниц, включая 22 таблицы, 34 рисунка.

На защиту выносятся:

1. Результаты экспериментальных исследований скоростей движения транспортных средств на мостах в зависимости от их габаритов, интенсивности движения и состава транспортного потока.
2. Результаты экспериментальных исследований характера распределения транспортных средств по ширине ездового полотна моста в зависимости от скорости и интенсивности транспортного потока.
3. Математическая модель движения транспортных потоков на малых и средних мостах с учетом влияния их габаритов, интенсивности движения и состава транспортного потока.
4. Рекомендации по назначению рациональных габаритов мостов на се-

ти двухполосных автомобильных дорог с учетом обеспечения потребительских свойств мостовых сооружений.

5. Методика обоснования очередности выполнения реконструктивных работ в виде уширения на мостах в условиях ограниченного финансирования.

Апробация: основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 1-й и 2-й конференциях аспирантов ИГ АСА (г.Иваново, 1997, 2000 гг.) и на Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы дорожного строительства Северо-Западного региона России» (г.Вологда, 1999 г.).

## Анализ современного состояния мостового парка по уровню его морального износа

По мере развития научно-технического прогресса в стране возникают все большие возможности для решения ряда задач, стоящих перед дорожниками: повышения безопасности движения автотранспортных средств, увеличение скорости движения транспортного потока, экологические проблемы. Эти задачи в полной мере относятся и к искусственным сооружениям, функционирующим на сети автомобильных дорог. Габариты мостов должны обеспечивать такие потребительские свойства сооружений, как пропускная способность, средняя скорость транспортного потока и безопасность движения. В СНиП 2.05.03-84 "Мосты и трубы" габариты по ширине мостов приведены в соответствие с категорией автомобильной дороги или улицы. Такое соответствие должно служить вышеперечисленным задачам. И при изменении расчетной интенсивности движения на автомобильной дороге (именно на нее проектировщики опираются при классификации категории дороги) соответственно должны меняться габариты мостовых сооружений, находящихся на этой дороге, то есть должны быть проведены работы по их уширению. Если же в перспективном плане развития дорожной сети или в техническом задании на проектирование дороги предусматривается перевод дороги в более высокую категорию, габариты приближения конструкций проектируемых сооружений, а также их грузоподъемности должны приниматься в соответствии с требованиями, предусмотренными для сооружений на дорогах более высокой категории. Как видим, по нормативным документам [90] определяющим габарит моста показателем является техническая категория автомобильной дороги, на которой он функционирует, и, следовательно, интенсивность движения транспортного потока. При современной постановке вопроса об оценке потребительских свойств транспортных сооружений и, исходя из негативной практики завышения дорожниками и мостовиками перспективной интенсивности движения и приписки при учете движения на эксплуатируемых дорогах и мостах, этот принцип классификации себя не оправдывает [50].

Перспективный период для автомобильных дорог общей сети при назначении их технической категории установлен 20 лет. Срок службы мостов зависит от строительных и эксплуатационных условий. Для железобетонных мостов он составляет 25-60 лет в зависимости от метода строительства, от качества строительных материалов, фактического защитного слоя бетона и эксплуатационных условий, для металлических мостов - 40-60 лет в зависимости от качества монтажа и эксплуатационных условий. Деревянные мосты, как экономически не выгодные в условиях средней части России, не рассматриваем. Такие цифры, которые почти в два раза меньше, чем прогнозировали ученые до недавнего времени, показывают, что налицо превышение срока службы моста в сравнении со сроком службы дороги.

Выяснено, что в современных условиях моральный износ автодорожных мостов наступает через 30 лет эксплуатации, так как за этот период значительно меняются парк автомобилей и интенсивность движения, и возникает необходимость реконструкции моста. Моральный износ моста наступает при несоответствии его пропускной и несущей способностей постоянно возрастающим требованиям автомобильного транспорта в отношении грузоподъемности моста, скорости, интенсивности и безопасности движения по нему автомобилей. В большинстве случаев превышение фактических напряжений над расчетными в несущих конструкциях моста оказывает незначительное влияние на скорость морального старения вследствие достаточного запаса прочности материалов. В [18] приведены расчетные сроки морального износа мостов в зависимости от темпов роста интенсивности движения (таблица 1.1), на основании которых можно сделать вывод о том, что в районах с хорошо развитой сетью моральный износ мостов наступает в среднем на 19-20 год эксплуатации.

Если в современных условиях интенсивного прироста движения, характерного для средней части России, рассматривать вопрос об увеличении ширины проезжей части автомобильных дорог, ориентируясь на интенсивность движения, то, соответственно, возникает необходимость в уширении мостов, находящихся на этих дорогах, так как только совместное решение этих проблем даст реальное улучшение дорожных условий.

Таким образом, во время службы мостовых сооружений наступает момент, когда можно говорить о моральном износе как о несоответствии возможностей моста и требований к нему в плане пропускной способности, ско рости, грузоподъемности и безопасности движения.

На всей территории России периодически проводятся обследования и испытания мостов, результаты которых представляют большой интерес и позволяют сделать некоторые обобщения о состоянии мостовых сооружений.

Ивановская область была выбрана для рассмотрения этого вопроса из нескольких соображений: как область, входящая в наиболее крупную группу регионов РСФСР по показателю плотности мостовой сети [21]. В эту группу вошли 33 области Уральского, Волго-Вятского, Поволжского и Центрального экономических районов, имеющих высокий уровень экономической освоенности. Для этих областей характерны сложившаяся транспортная сеть и необходимость качественного совершенствования транспортных связей при планировании развития мостовой сети.

Ивановская область занимает площадь 2,14 тысяч кв.км и имеет численность населения 1.26 миллиона человек. Численность автотранспорта -240 тысяч единиц (по данным 1 полугодия 1997 г.), при ежегодном приросте в последние годы 5-7 %. Протяженность автомобильных дорог общего пользования - 3 400 км. На промышленности Ивановской области в полной мере отразились все экономические изменения, происшедшие в России. Особенности производства здесь таковы: основные фабрики и заводы находятся в городах; заводов-гигантов в области нет; ассортимент выпускаемой продукции сориентирован на внутренний рынок; существуют сложности с поставками сырья; сельское хозяйство развито слабо. Спад промышленного производства отразился и продолжает сказываться на экономике районов области, что, в свою очередь, проявляется на грузонапряженности и техническом состоянии транспортной сети. В то же время Ивановская область находится в 300 километров от крупного промышленного и финансового центра - Москвы, который оказывает влияние на развитие этого региона.

## Закономерности изменения скорости транспортного потока на мосту в зависимости от его габарита

Важнейшим показателем режима движения потока автомобилей является скорость движения, поэтому при проведении эксперимента проводилось измерение мгновенных скоростей движения отдельных автомобилей при разных условиях движения: интенсивности движения, состава транспортного потока и ширине ездового полотна моста.

Постоянные колебания интенсивности движения на дорогах приводят к изменению условий движения и состояния транспортного потока, а, следовательно, изменяются и потребительские свойства дороги, уровень аварийности, эмоциональной напряженности водителя, комфортности движения по дороге.

В связи с появлением в транспортном потоке в последние годы автомобилей с более высокими динамическими качествами и перераспределением состава транспортного потока в сторону увеличения количества легковых автомобилей требуется получение новых зависимостей скорости от интенсивности движения в реальных условиях движения транспортного потока.

Как уже отмечалось, наблюдения за скоростным режимом на мостах проводились для трех различных составов транспортного потока. С целью установления закономерности снижения скорости при увеличении интенсивности движения были определены средние скорости по кривым распределения при различных интенсивностях движения (п. 2.2). Путем обработки данных наблюдений на персональном компьютере с помощью программы Simple formula 1.5 получены корреляционные уравнения прямой линии.

Зависимость скорости движения от интенсивности для всех автомобилей при разном составе транспортного потока: V4o% = 85,45 - 0,09802 N (2.17) V65% = 89,555 - 0,09458 N (2.18) Vso% = 95,547-0,08958 N (2.19) где V4o% - скорость движения транспортного потока, км/час (индекс указывает процент легковых автомобилей в потоке); N - интенсивность движения, авт/час. Данные зависимости справедливы для 700 авт/час N 100 авт/час. Графики, построенные по этим зависимостям, изображены на рис. 2.8. Зависимость скорости движения от интенсивности для легковых автомобилей при разном составе транспортного потока (рис. 2.9): V4o% = 89,99 - 0,102012 N (2.20) V65% = 99,98- 0,10287 N (2.21) Vso% = 109,42 - 0,09857 N. (2.22) Данные зависимости справедливы для 700 авт/час N 100 авт/час. Зависимость скорости движения от интенсивности для легких и средних грузовых автомобилей при разном составе транспортного потока (рис. 2.10): V4o»/o = 76,123 - 0,08775 N (2.23) V65% = 78,41 - 0,08267 N (2.24) Vso% = 80,87 - 0,079744 N (2.25)

Данные зависимости справедливы для 600 авт/час N 100 авт/час Зависимость скорости движения от интенсивности для тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов при разном составе транспортного потока (рис. 2.11): V4o% - 72,30 - 0,082872 N (2.26) V65% = 74,854 - 0,08037 N (2.27) V8o% = 76,54 - 0,078116 N (2.28) Данные зависимости справедливы для 600 авт/час N 100 авт/час

Анализируя графики, изображенные на рис. 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, можно сделать вывод, что при количестве легковых автомобилей 80 % наблюдается некоторое замедленное снижение скорости с ростом интенсивности движения, а при 65 % и 40 % легковых автомобилей снижение скорости происходит одинаково, что особенно четко можно увидеть при рассмотрении зависимостей для легковых автомобилей.

Это объясняется тем, что легковые автомобили при меньшем количестве грузовых автомобилей в потоке быстрее находят возможность для обгона медленно движущихся автомобилей.

Средние скорости движения транспортного потока возрастают с увеличением числа легковых автомобилей. Если рассматривать зависимости скорости от интенсивности движения по группам автомобилей, то наибольшая скорость будет у легковых автомобилей, а самая низкая скорость движения у тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов. Это связано с более высокими динамическими качествами легковых автомобилей.

Графики, характеризующие зависимость снижения скорости движения от интенсивности при разном составе транспортного потока, для тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов располагаются ближе друг к другу (рис. 2.11). Для легких и средних грузовых автомобилей расстояние между этими графиками несколько больше (рис. 2.10), и самое большое расстояние наблюдается у легковых автомобилей (рис. 2.9).

По полученным зависимостям (2.17 - 2.28) также были построены графики зависимости скорости движения от интенсивности для транспортного потока с легковыми автомобилями 40 % (рис. 2.12), 65 % (рис. 2.13) и 80 % (рис. 2.14). На всех графиках изображены линии зависимостей, как для всего транспортного потока, так и для трех групп автомобилей. Все они имеют одну и ту же закономерность: чем больше интенсивность движения, тем больше скорость каждой группы автомобилей приближается друг к другу.

## Математическая модель движения транспортного потока на мостах с разными габаритами

Основной величиной, от которой зависит ширина проезжей части автомобильной дороги, на которой функционируют мосты, является скорость движения автомобиля. В существующих методах расчета ширины проезжей части двухполосной автомобильной дороги принята за основу расчетная ско рость движения.

Как уже отмечалось, потребительские свойства моста необходимо оценивать по средней скорости транспортного потока. Многочисленные исследования на мостах и автомобильных дорогах говорят о том, что скорость движения зависит в первую очередь от режимов движения транспортных потоков и.( главным образом, от интенсивности движения и состава транспортного потока. Следовательно, от этих характеристик зависит, и габарит моста. Связь транспортно-эксплуатационных характеристик потока и геометрических размеров моста даст возможность решать ряд задач, таких как: - определение средних скоростей групп транспортного потока и, соответственно, всего транспортного потока; - прогнозировать изменения скоростного режима при известных темпах роста интенсивности движения, состава транспортного потока и определенном габарите моста; - определение габарита моста при ориентации на минимально допустимую скорость транспортного потока, обеспечивающую потребительские свойства моста, с заданным уровнем загрузки.

Таким образом, разрабатываемая математическая модель может быть использована при определении сроков проведения уширения моста и средних скоростей транспортного потока на уширенном и существующем мосту, что повысит точность при определении эффективности проведения реконструктивных работ на сооружении.

Для разработки математической модели использовались результаты проведенных экспериментальных исследований в реальных дорожных условиях и получены зависимости (п. 2.3.3): Vл (N, рл, рг, рт, Г) Vr (N, рл, рг, рт, Г) VT (N, рл, рг, рт, Г) (3.1) где Ул, Vr, VT - средняя скорость движения легковых; легких и средних грузовых автомобилей; тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов, автобусов соответственно, км/час; N - интенсивность движения транспортного потока, авт/час; Рл, Рг, Рт - доли легковых автомобилей; легких и средних грузовых автомобилей; тяжелых грузовых автомобилей, автопоездов, автобусов соответственно; очевидно - рл + рг+ рт = 1; Г - габарит моста, м.

Анализируя данные, полученные в ходе проведенных экспериментов, и результаты исследований других авторов [81, 86], выяснено, что при определении скорости транспортного потока определяющую роль играет доля легковых автомобилей. Более высокая скорость по сравнению с другими транспортными группами объясняется растущим числом легковых автомобилей с высокими динамическими качествами, технические характеристики таких автомобилей и их небольшие габариты позволяют увеличивать маневренность при обгонах. По правилам обгоны на мостах запрещены, но скоростной режим потока формируется на подходах к мосту - в зоне его влияния. В связи с этим было принято решение экспериментальные материалы обработать в следующем виде:

## Анализ методов расчета эффективности затрат в автотранс портные сооружения

Рассматривая ремонтные работы мостовой конструкции во времени, можно исходить из нескольких предположений: - ремонтировать сооружение следует, когда оно достигнет предельного состояния; - в процессе эксплуатации проводить только ремонтные работы; - проводить работы по планово-предупредительным ремонтам.

Такие мероприятия решают проблемы недостаточной пропускной способности моста, и при хорошей несущей способности конструкции возможно моральное старение моста, которое отразится в потерях на транспорте и нетранспортных отраслях из-за снижения скорости на мосту. При принятии решения о реконструкции моста в виде уширения можно использовать также разные подходы: уширять вместе с устранением физического износа сооружения; планирование многостадийных мероприятий на весь срок службы моста; планирование сроков проведения следующего уширения; устранение морального износа по мере его появления. Первый метод пригоден только для больших мостов, реконструкция которых связана с большими затратами. Для малых и средних мостов применимы следующие три метода, из которых методы планирования наиболее предпочтительны. При устранении морального износа по мере его появления мы допускаем существенные потери на транспорте и в нетранспортных отраслях.

До сравнительно недавнего времени расчеты экономической эффективности капитальных вложений определялись по «Указаниям по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог» [96]. Здесь были определены пока затели единовременных и текущих затрат и эффектов и особенности расчетов абсолютной и сравнительной экономической эффективности. Для решения рассматриваемой в диссертации проблемы практическую ценность имеют расчеты затрат и потерь, связанных с перевозками.

Выбор оптимальной схемы развития габарита моста сводится к выбору из множества возможных технических состояний габарита единственного решения, при котором значение суммарных приведенных затрат с учетом отдаленности перехода из состояния в состояние будет минимальным по сравнению со значениями суммарных приведенных затрат при других технических состояниях габарита и сроках перехода. Так как увеличение транспорт-но-эксплуатационных затрат по мере роста интенсивности движения аддитивный процесс [15], то правомерным является использование «метода расчлененного анализа», который предполагает разделение целевой функции на попарные переходы из низшего состояния в более высокое.

Если предусматривается многостадийная реконструкция моста, то считают что реконструкция первой стадии уширения производится в данный момент, а срок проведения реконструкции второй и последующих стадий определяется расчетным путем [18]. Лучший вариант определяется по минимуму приведенных затрат: Пі = Kpi1 + t j p C(t) rt dt + ... + KPin r pn + fc C(t) rt dt (4.5) или по максимальной величине получаемого эффекта в результате уширения моста Pi = - Kpi1 +, fP AC(t) rt dt + ... - KPin r pn + J c AC(t) rt dt, (4.6) где Kpi1 ... Kpi11 - единовременные затраты, связанные с реконструкцией моста соответственно 1-й и і-й стадий при n-м размере его уширения; C(t) - транспортно-эксплуатационные расходы в t-м году эксплуатации; AC(t) — снижение транспортно-эксплуатационных расходов в t-м году эксплуатации моста в результате его уширения; Г{ -коэффициент отдаленности затрат t-ro года эксплуатации моста; tc - срок службы моста, лет; tp... tpn - сроки проведения реконструкции моста; п - число стадий реконструкции моста в период его эксплуатации. При рассмотрении эффективности инвестиционных проектов ЧДД определяют как дисконтированный поток платежей, который включает в качестве доходов прибыль от производственной деятельности и амортизационные отчисления, а в качестве расходов - затраты на капитальное строительство, создание и пополнение оборотных средств, а также в воспроизводство выбывающих в период производства основных фондов.

В [21] предложено в качестве расходов рассматривать затраты на создание ремонтных мощностей и затрат на ремонт (реконструкцию) мостов, а в качестве прибыли или эффекта, получаемого от ремонта (реконструкции) мостов, величину потерь на автомобильном транспорте и нетранспортных отраслях от неэффективного габарита.

При решении задач дорожно-мостовой отрасли чистый дисконтированный доход определяют [21]: Т Bt + Ct-3t ЧДД = I , (4.7) t=0 (1 + г) где t - годы реализации инвестиционного проекта (t= 0,1,2,3.. .Т); здесь вместо годового могут использоваться и более мелкие интервалы; г - ставка дисконта; Bt - затраты на создание ремонтных мощностей в год t; Ct - затраты на реконструкцию мостов в год t; 3t - эффект в народном хозяйстве от проведения работ по реконструкции мостов в году t.

Так как финансирование проектов реконструкции мостов производится за счет собственных средств, то для оценки эффективности целесообразно вычислять чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности или индекс доходности.

Чистый дисконтированный доход - это показатель, который дает возможность наиболее объективно подойти к выбору варианта с точки зрения максимизации прибыли. Обычно считается [52], если масштабы производства определены, то чаще всего для мосторемонтных организаций в качестве показателя эффективности принимается минимум приведенных совокупных затрат на удовлетворение предъявленного спроса на реконструкцию рассматриваемой сети автодорожных мостов.