

А. И. Васильев

ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Учебное пособие

*Рекомендовано Отделением «Транспортного строительства»
Российской академии транспорта для научных работников
и инженеров отрасли, а также для преподавателей,
аспирантов и студентов высших учебных заведений*

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ МОСТОСТРОЕНИЯ.....	
1.1. Основные этапы мостостроения	6
1.2. Первый этап – эмпирический период.....	7
1.3. Второй этап – мостостроение в средние века.....	11
1.4. Третий этап – Железный век мостов	17
1.5. Четвёртый этап – начало эры железобетона.....	24
1.6. Вклад в мостостроение российских учёных и инженеров во второй половине XIX века и начале XX века	26
1.7. Пятый этап – мостостроение в XX веке	34
1.8. Шестой этап – мосты в постиндустриальную эпоху.....	47
1.9. Краткий исторический обзор тоннелестроения (с древних времен до середины XX века).....	58
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. КРИТЕРИИ УРОВНЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ	
2.1. Понятие надёжности	66
2.2. Основные задачи теории надёжности применительно к транспортным сооружениям.....	71
2.3. Техническое состояние мостовых и тоннельных сооружений	77
2.4. Уровни потребительских свойств	74
2.5. Функциональные потребительские свойства, определяющие назначение сооружения.....	77
2.6. Функциональные потребительские свойства, обеспечивающие безопасность	92
2.7. Функциональные потребительские свойства автодорожных тоннелей.....	94
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПО КРИТЕРИЯМ НАДЁЖНОСТИ.....	
3.1. Предельное неравенство. Запас прочности	98
3.2. Методики расчёта строительных конструкций	99
3.3. Методика расчёта по предельным состояниям	101
ГЛАВА 4. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ МОСТОВ. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ	
4.1. Вероятностные оценки	108
4.2. Вероятностная природа коэффициентов надёжности.....	110

4.3. Прочностные характеристики и коэффициенты надежности конструкционных материалов.....	115
4.4. Предельные состояния тоннельных конструкций.....	118

ГЛАВА 5. МЕТОДИКА ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОСТОВ.....	121
5.1. Основная идея	121
5.2. Оценка физического износа конструкций и остаточного ресурса долговечности по методике Росдорнии	122
5.3. Оценка физического износа конструкций и остаточного ресурса долговечности с позиции теории надёжности	125
5.4. Анализ воздействий на мостовые элементы нагрузок от тяжёлых автотранспортных средств	128
5.5. Коррозионный износ мостовых конструкций.....	134
5.6. Методика оценки остаточного ресурса долговечности мостовых конструкций с учётом усталостного износа	143
5.7. Ослабление натяжения высокопрочной арматуры в сборных железобетонных мостовых пролетных строениях коробчатого сечения с поперечными стыками, работающими на трение.....	150

ГЛАВА 6. НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОСТОВ	158
6.1. Система натуральных исследований	158
6.2. Обследование мостовых конструкций.....	163
6.3. Испытания мостов.....	171
6.4. Обследование фундаментов опор мостов.....	190
6.5. Анализ результатов натуральных исследований	191
6.6. Обследование автодорожных тоннелей	196

ГЛАВА 7. МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОСТОВ	199
7.1. Общие положения.....	199
7.2. Инструментарий мониторинга. Компьютерные измерительные системы.....	201
7.3. Строительный мониторинг.....	204
7.4. Мониторинг эксплуатируемых мостов.....	214
7.5. Мониторинг автодорожных тоннелей	217

ГЛАВА 8. ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА МОСТОВ	220
8.1. Классификация дефектов и повреждений.....	220
8.2. Дефекты и повреждения железобетонных конструкций.....	224
8.3. Трещины в бетоне	230
8.4. Механические повреждения железобетонных конструкций	240
8.5. Характерные дефекты и повреждения стальных пролётных строений.....	241
8.6. Характерные дефекты и повреждения сталежелезобетонных пролётных строений	246

8.7. Дефекты и повреждения опорных частей	247
8.8. Дефекты и повреждения элементов мостового полотна	249
8.9. Повреждения, связанные с угоном конструкций мостов	252
8.10. Дефекты и повреждения тоннельных конструкций	254

ГЛАВА 9. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТОЯНИЯ МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	255
--	------------

9.1. Геометрические измерения.....	255
9.2. Измерение напряжений.....	255
9.3. Исследования свойств и состояния бетона мостовых конструкций	256
9.4. Оценка коррозионного состояния арматуры на основе измерения электрических потенциалов.....	263
9.5. Определение фактического усилия предварительного напряжения	264
9.6. Исследование свойств металлических мостовых конструкций.....	268
9.7. Инструментальное исследование фундаментов мостовых опор.....	270

ГЛАВА 10. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ....	275
---	------------

10.1. Элементы математической статистики	275
10.2. Основные задачи математической статистики	277
10.3. Погрешности измерений	280
10.4. Статистические таблицы.....	289

ГЛАВА 11. ФИЛОСОФИЯ МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ.....	293
---	------------

11.1. Основные факторы развития мостостроения и тоннелестроения	293
11.2. Социальные и технические требования к мостам и тоннелям	295

НОРМАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	302
-----------------------------------	------------

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	304
-------------------------------	------------