

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
имени С. М. Кирова»

Кафедра дорожного, промышленного и гражданского строительства

ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Учебно-методический комплекс по дисциплине
для студентов специальности
270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
всех форм обучения

Самостоятельное учебное электронное издание

СЫКТЫВКАР 2012

УДК 624
ББК 38
И62

Рекомендован к изданию в электронном виде
кафедрой дорожного, промышленного и гражданского строительства
Сыктывкарского лесного института 12 июня 2012 г.

Утвержден к изданию в электронном виде советом лесотранспортного факультета
Сыктывкарского лесного института 14 июня 2012 г.

Составитель:
ст. преподаватель **В. К. Федоров**

Отв. редактор:
кандидат экономических наук, профессор **В. С. Слабиков**

И62 **Инженерные сооружения в транспортном строительстве** [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс по дисциплине для студ. спец. 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» всех форм обучения : самост. учеб. электрон. изд. / Сыкт. лесн. ин-т ; сост.: В. К. Федоров. – Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2012. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.

В издании помещены материалы для освоения дисциплины «Инженерные сооружения в транспортном строительстве». Приведены рабочие программы курса, методические указания по различным видам работ.

УДК 624
ББК 38

Самостоятельное учебное электронное издание

Составитель: **Федоров** Владимир Константинович

ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Электронный формат – pdf. Объем 4,2 уч.-изд. л.
Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ),
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Редакционно-издательский отдел СЛИ.

© СЛИ, 2012
© Федоров В. К., составление, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	4
1.1. Для подготовки дипломированных специалистов по направлению 270000 «Архитектура и строительство», специальность 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы».....	4
1.1.1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе	4
1.1.5. Содержание дисциплины.....	5
1.1.3. Лабораторные занятия, их наименование, краткое содержание и объем в часах	7
1.1.4. Практические занятия, их наименование, краткое содержание и объем в часах.....	7
1.1.5. Самостоятельная работа и контроль успеваемости студентов.....	7
1.1.6. Распределение часов по темам и видам занятий студентов:	8
1.2. Для подготовки бакалавров по направлению 270100. 62 «Строительство»	11
Степень (квалификация): бакалавр техники и технологии	11
по профилю «Промышленное и гражданское строительство	11
1.2.1. Место дисциплины в структуре ООП.....	11
1.2.2. Требования к результатам освоения дисциплины	11
1.3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	12
1.3.4. Содержание дисциплины.....	12
1.3.5. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	17
1.3.6. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины и видов занятий	17
1.3.7. Методы и формы организации обучения	17
1.3.8. Лабораторный практикум не предусмотрен	18
1.3.9. Практические занятия	18
1.3.10. Самостоятельная работа	19
1.3.11. Примерная тематика курсовых проектов (работ).....	21
1.3.12. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов	21
2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ	22
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ	24
3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала по дисциплине.....	24
3.2. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным и практическим занятиям	27
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	71
6.1. Библиографический список.....	71

1. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1. Для подготовки дипломированных специалистов по направлению 270000 «Архитектура и строительство», специальность 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»

1.1.1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Дисциплина «Инженерные сооружения в транспортном строительстве» является одной из ведущих дисциплин для специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы», помогающей глубже освоить методы изыскания и проектирования транспортных сооружений.

Целью дисциплины является получение студентом минимума знаний в области проектирования, организации и технологии строительства мостов и путепроводов.

1.1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса студент должен иметь представление по расчету мостовых сооружений, о строительных нормах по проектированию и строительству (технологии), уметь использовать в своей работе СНиПы, СН, ВСН, справочники и другую учебную или методическую литературу.

Программой курса предусмотрено:

- теоретический курс;
- проведение практических занятий;
- проведение лабораторных занятий;
- выполнение курсового проекта;

Курс завершается экзаменом в VIII семестре для очной формы обучения и в X семестре для заочной формы обучения Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение курсового проекта, выполнение контрольных работ.

1.1.3. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины

Для изучения дисциплины «Инженерные сооружения в транспортном строительстве» необходимо иметь прочные знания по следующим предметам:

Геодезия: работа с нивелиром и теодолитом для ведения разбивочных работ и контроля за проектными отметками в ходе строительства.

Строительная механика: схемы и расчеты разрезных, неразрезных, консольных, рамных и других конструкций.

Теоретическая механика: определение, подбор, и расчет необходимых размеров сечений, стержней, балок, стоек и т.д.

Строительные материалы: их свойства и применение в строительстве.

Машины и механизмы: их использование и применение в строительстве транспортных сооружений.

1.1.4. Нормы Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по дисциплине - 200 ч.

Общие принципы и нормы проектирования и строительства; основные конструктивные решения; нагрузки и расчет конструкций; организация и технология строительства; оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.

1.1.5. Содержание дисциплины

Тема занятия	Краткое содержание занятия	Количество часов
1. Общие принципы и нормы проектирования. Основные понятия о мостах, виды искусственных сооружений, статические схемы мостов, назначение основных размеров	Краткие сведения о реках Виды переходов через водотоки. Расчеты при проектировании мостовых переходов. Методика экономического сравнения вариантов мостовых переходов.	2
2. Основные конструктивные решения.	Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	2
3. Основания мостов.	Гидрологические условия мостового перехода. Подбор фундаментов. Расчет коэффициента размыва русла.	2
4. Фундаменты и опоры мостов.	Конструкции фундаментов опор их классификация по материалам и виду. выбор глубины заложения фундамента. Конструкция и классификация опор. Виды опор. Предназначенных для пропуска ледохода. Технология возведения фундаментов и опор.	4
5. Расчет конструкций. Нормативные и расчетные нагрузки	Методика расчета схем балочного пролетного строения. Сбор нагрузок (постоянные, временные, дополнительные), их сочетание. Использование СНиП 2.05.03-84 ля перехода к расчетным нагрузкам.	4
6. Основные положения расчета железобетонных конструкций.	Определение сжатой зоны для различных сечений. Расчет по нормальным и наклонным сечениям к продольной оси элемента. Расчет конструкций по второму предельному состоянию.	4
7. Особенности расчета деревянных балочных пролетных строений.	Методика расчета деревянного настила, поперечин и прогонов. Определение коэффициента поперечной передачи нагрузки на прогоны.	4
8. Организация и технология строительства мостов.	Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	4
9. Проект организации строительства и проект производства работ, календарный график.	Методики составления ПОС. Основной документ для составления ППР и его состав. Методика составления календарного графика, необходимые документы для его составления.	2
10. Оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.	Освещение, прокладка коммуникаций, вентиляция тоннелей. Общие положения содержания мостов: уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт (ППР), ремонт, реконструкция, перестройка.	2
11. Состав производственного подразделе-	Протяженность искусственны сооружений. Численность звена. Общие трудозатраты, необходи-	1

ления, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	мые для расчета численности структуры службы. Обязанности мостового мастера.	
12. Оснащенность производственного подразделения мостового мастера.	Примерный перечень машин, оборудования и инструмента, необходимых для выполнения всего комплекса работ по содержанию мостов. Примерный перечень оборудования для специализированных самостоятельных бригад (ССБ). Оборудование при ремонте и замене деформационных швов (перил, ограждений). Перечень оборудования при профилактике и ремонте сопряжений моста с насыпью	1
13. Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.	Общие положения содержания мостов: уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт (ППР), ремонт, реконструкция, перестройка.	1
14. Технический учет.	Состав документации по техническому учету: карточка на мост, паспорт моста, ведомость наличия и технического состояния мостов и путепроводов, отдельная книга моста, общая книга,	1
15. Омотры сооружений.	Состав, характер работ, периодичность осмотров, нормативная литература, регламентирующая осмотры. Назначение каждого вида осмотров: текущий осмотр, периодический осмотр, диагностика, специальные осмотры	1
16. Причины возникновения дефектов.	Разрушение движущимся транспортом, строительный дефект. Малые продольно-поперечные уклоны, отсутствие проезжей части, тротуаров, карнизов, слезников. Засорение трубок, механические повреждения. Низкое качество строительства. Старение материалов, отсутствие гидроизоляции тротуаров. Низкое качество швов. Неправильная установка балок пролетных строений на опорные части, загрязнение опорных частей и т.д.	2
17. Последствия, методы устранения дефектов.	Износ покрытия, разрушение изоляции, снижение безопасности движения. Коррозионное разрушение конструкций. Разрушение насадок и ригелей, опор. Торцов, балок. Разрушение защитного слоя. Коррозия и разрушение арматуры. Снижение несущей способности по сдвигу, провалы и обрушения плит и т.д.	1
18. Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	Общие положения. состав работ по уходу, сезонность выполнения. Пропуск паводка и ледохода. содержание знаков. Производство работ по уходу за подмостовой зоной. Мостовым полотном, пролетным строением металлических мостов.	2
19. Устранение дефектов.	Устранение дефектов на мостовом полотне, железобетонные пролетных строениях, подмостовой зоне. Рекомендуемые материалы для ремонта.	2

20. Безопасность движения.	Организация движения по мостам. пропуск сверхнормативных нагрузок. Устройство ограждений. Знаки, устанавливаемые на подъездах к мосту	2
----------------------------	---	---

Всего: 44 часов

1.1.3. Лабораторные занятия, их наименование, краткое содержание и объем в часах

Лабораторная работа № 1. Эксплуатация мостовых сооружений. Ознакомление с материалами технического учета (документами) – 4 часа

Лабораторная работа № 2. Порядок, примеры и последовательность осмотра сооружений – 4 часа.

Лабораторная работа № 3. Рассмотрение дефектов. Способы их устранения – 4 часа.

Лабораторная работа № 4. Схемы дефектов мостового полотна, железобетонных пролетных строений, подмостовой зоны – 4 часа.

Всего: 16 часов

1.1.4. Практические занятия, их наименование, краткое содержание и объем в часах
Практическое занятие № 1. Общие принципы и нормы проектирования. Схемы мостов и труб, работа различных статических схем мостов (разрезные, неразрезные, рамные и т.д.) – 4 часа.

Практическое занятие № 2. Определение основных размеров моста в зависимости от класса реки и габарита проезжей части – 4 часа.

Практическое занятие № 3. Основные конструктивные решения. Схемы балочных пролетных строений, опор, ледорезов – 6 часов.

Практическое занятие № 4. Нагрузки и расчет конструкций. Схемы нагружения проезжей части моста – 4 часа

Практическое занятие № 5. Определение коэффициента поперечной установки – 4 часа.

Практическое занятие № 6. Сбор нагрузок – 4 часа.

Практическое занятие № 7. Организация и технология строительства. Принципы построения календарного графика – 4 час.

Практическое занятие № 8. Схемы монтажа пролетных строений деревянных, железобетонных и металлических мостов – 4 часа.

Всего: 34 часа

1.1.5. Самостоятельная работа и контроль успеваемости студентов

а) очной формы обучения

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Вид контроля успеваемости
1.	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе.	3	ФО, КР
2.	Подготовка к практическим занятиям.	11	ФО, КО
3.	Подготовка к лабораторным занятиям	11	ФО, КО
4.	Выполнение курсового проекта.	30	КП
5.	Подготовка к экзамену (2).	40	экзамен
6.	ВСЕГО:	95	

б) заочной и сокращенной формы обучения

<i>№ п/п</i>	<i>Вид самостоятельной работы</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Вид контроля успеваемости</i>
1.	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе.	28	ФО
2.	Подготовка к практическим занятиям.	30	ФО, КО
3.	Подготовка к лабораторным занятиям	22	ФО, КО
4.	Выполнение и курсового проекта.	40	КП
5.	Подготовка к экзамену.	45	экзамен
6.	ВСЕГО:	165	

Текущая успеваемость контролируется фронтальным опросом текущего материала (ФО), контрольным опросом на практике (КО), контрольными работами на практике (КР), а также контрольным опросом при защите курсового проекта (КП). Итоговая проверка знаний осуществляется на экзамене.

1.1.6. Распределение часов по темам и видам занятий студентов:

а) очной формы обучения

<i>Наименование тем дисциплины</i>	<i>Объем работы студентов, часов</i>					<i>Формы контроля</i>
	<i>лекции</i>	<i>практич. занятия</i>	<i>лабор. занятия</i>	<i>самост. работа</i>	<i>всего</i>	
1. Общие принципы и нормы проектирования. Основные понятия о мостах, виды искусственных сооружений, статические схемы мостов, назначение основных размеров	2	4		1	7	ФО, КО
2. Основные конструктивные решения. Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	2	4		1	7	ФО, КО
3. Основания мостов.	2	4		1	7	ФО, КО
4. Фундаменты и опоры мостов.	4	4		1	9	ФО, КО, КР
5. Нагрузки и расчет конструкций. Мостовой переход, нормативные и расчетные нагрузки.	4	4		1	9	ФО, КО, КР
6. Основные положения расчета железобетонных конструкций.	4	4		1	9	ФО, КО
7. Особенности расчета деревянных и железобетонных блочных пролетных строений.	4	2		1	7	КО
8. Организация и технология строительства мостов. Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	4	-		1	6	ФО

9. Проект организации строительства и проект производства работ, календарный график.	2	4		1	7	ФО, КО
10. Оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.	2	-		2	4	ФО, КО
11. Состав производственного подразделения, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	1	-		2	3	ФО, КО
12. Оснащенность производственного подразделения мостового мастера.	1	-		3	4	ФО, КО
13. Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.	1		2	1	4	ФО, КО
14. Технический учет.	1		2	1	4	ФО, КО
15. Осмотры сооружений.	1	4		1	6	ФО, КО
16. Причины возникновения дефектов.	2	-	2	1	5	ФО, КО
17. Последствия, методы устранения дефектов.	1	-	2	1	4	ФО, КО
18. Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	2	-	4	1	7	ФО, КО
19. Устранение дефектов,	2	-	4	1	7	ФО, КО
20. Безопасность движения:	2	-		2	4	ФО, КО
Выполнение курсового проекта	-	-		30	30	КП
Подготовка к экзаменам (2).				40	40	экзамен
ВСЕГО:	44	34	16	95	189	

б) заочной и сокращенной формы обучения

Наименование тем дисциплины	Объем работы студентов, часов					Формы контроля
	лекции	практич. занятия	лабор. занятия	самост. работа	всего	
1. Общие принципы и нормы проектирования. Ос-	0,5	-		5,5	6	ФО, КО

новные понятия о мостах, виды искусственных сооружений, статические схемы мостов, назначение основных размеров						
2. Основные конструктивные решения. Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	0,5	-		5,5	6	ФО, КО
3. Основания мостов.	-	-	2	4	6	ФО, КО
4. Фундаменты и опоры мостов.	-	-	2	4	6	ФО, КО
5. Нагрузки и расчет конструкций. Мостовой переход, нормативные и расчетные нагрузки.	0,5	2		2,5	5	ФО, КО
6. Основные положения расчета железобетонных конструкций.	0,5	2		2,5	5	ФО, КО
7. Особенности расчета деревянных и железобетонных блочных пролетных строений.	0,5	2		3	5,5	КО
8. Организация и технология строительства мостов. Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	0,5	-		5	5,5	ФО
9. Проект организации строительства и проект производства работ, календарный график.	0,5	2		3	5,5	ФО, КО
10. Оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.	0,5	-		5	5,5	ФО, КО
Состав производственного подразделения, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	1	-		4	5	ФО, КО
Оснащенность производственного подразделения мостового мастера.	1	-		4	5	ФО, КО
13. Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.	1	-	2	4	7	ФО, КО
14. Технический учет.	0,5		2	4	6,5	ФО, КО
15. Осмотры сооруже-	0,5	2		5	6,5	ФО, КО

ний.						
16. Причины возникновения дефектов.	0,5	-	2	5	6,5	ФО, КО
17. Последствия, методы устранения дефектов.	0,5	-	2	4	6,5	ФО, КО
18. Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	0,5	-	4	3	7,5	ФО, КО
19. Устранение дефектов.	0,5	-	4	3	7,5	ФО, КО
20. Безопасность движения:	-	-		6	6	ФО, КО
Выполнение курсового проекта	-	-		40	40	КП
Подготовка к экзамену.				45	45	экзамен
ВСЕГО:	10	10	4	165	189	

1.2. Для подготовки бакалавров по направлению 270100. 62 «Строительство»
Степень (квалификация): бакалавр техники и технологии
по профилю «Промышленное и гражданское строительство»

1.2.1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Инженерные сооружения в транспортном строительстве» является одной из ведущих дисциплин для профиля «Автомобильные дороги и аэродромы», помогающей глубже освоить методы изыскания и проектирования транспортных сооружений.

Код УЦ ООП учебного цикла основной образовательной программы БЗ.В.ОД.8

1.2.2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (**ОК-1**);

-способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность (**ОК-4**);

-использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-1**);

-способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (**ПК-2**);

-владением основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации и деталей (**ПК-3**);

-владением основными методами, способами, и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (**ПК-5**);

-владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (**ПК-8**);

- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации зданию, стандартам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-11).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- терминологию в области грунтоведения, механики грунтов и фундаментостроения, основные типы и элементы фундаментных конструкций зданий и сооружений; требования, предъявляемые к фундаментам зданий и сооружений;

Уметь:

- использовать нормативно-техническую литературу по проектированию фундаментов и оснований сооружений и зданий; по возведению, защите, эксплуатации, усилению и реконструкции фундаментов;

Владеть:

- методиками расчета и проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений.

13.3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	6 семестр	7 семестр	4 курс	5 курс
Аудиторные занятия всего	32	44	12	20
Лекции	16	14	6	6
Практические занятия (ПЗ)	16	30	6	14
Самостоятельная работа (всего)	58	46	60	88
Подготовка к практическим занятиям	22	19	51	79
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	27	9	9
Общая трудоемкость, час	90	90	72	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	2,5	2,5	2	3

1.3.4. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час. (без экзама)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Общие принципы и нормы проектирования. Основные понятия о мостах, виды искусственных сооружений, статические схемы мостов, назначение основных размеров	1,5	2	5	8,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
2.	Основные конструктивные решения. Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	1,5	4	4	9,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

3.	Основания мостов.	1,5		6	7,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
4.	Фундаменты и опоры мостов.	1,5	4	4	9,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
5.	Нагрузки и расчет конструкций. Мостовой переход, нормативные и расчетные нагрузки.	1,5	12	3	16,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
6.	Основные положения расчета железобетонных конструкций.	1,5		6	7,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
7.	Особенности расчета деревянных и железобетонных блочных пролетных строений.	1,5		6	7,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
8.	Организация и технология строительства мостов. Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	1,5	4	4	9,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
9.	Проект организации строительства и проект производства работ, календарный график.	1,5	4	4	9,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
10.	Оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
11.	Состав производственного подразделения, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
12.	Оснащенность производственного подразделения мостового мастера.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
13.	Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
14.	Технический учет.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
15.	Осмотры сооружений.	1,5	4	4	9,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
16.	Причины возникновения дефектов.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8,

						ПК-11
17.	Последствия, методы устранения дефектов.	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
18.	Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	1,5	4	4	9,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
19.	Устранение дефектов.	1,5	8	4	13,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
20.	Безопасность движения:	1,5		6	7,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1)	Общие принципы и нормы проектирования. Основные понятия о мостах, виды искусственных сооружений, статические схемы мостов, назначение основных размеров	Краткие сведения о реках Виды переходов через водотоки. Расчеты при проектировании мостовых переходов. Методика экономического сравнения вариантов мостовых переходов.	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
2)	Основные конструктивные решения. Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	Конструкции пролетных строений деревянных, железобетонных, металлических мостов	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
3)	Основания мостов.	Гидрологические условия мостового перехода. Подбор фундаментов. Расчет коэффициента размыва русла.	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
4)	Фундаменты и опоры мостов.	Конструкции фундаментов опор их классификация по материалам и виду. выбор глубины заложения фундамента. Конструкция и классификация опор. Виды опор. Предназначенных для пропуска ледохода. Технология возведения фундаментов и опор.	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
5)	Нагрузки и расчет конструкций. Мосто-	Методика расчета схем балочного пролетного строения. Сбор нагрузок	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3,

	вой переход, нормативные и расчетные нагрузки.	(постоянные, временные, дополнительные), их сочетание. Использование СНиП 2.05.03-84 ля перехода к расчетным нагрузкам.		ПК-8, ПК-11
6)	Основные положения расчета железобетонных конструкций.	Определение сжатой зоны для различных сечений. Расчет по нормальным и наклонным сечениям к продольной оси элемента. Расчет конструкций по второму предельному состоянию.	1,5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
7)	Особенности расчета деревянных и железобетонных блочных пролетных строений.	Методика расчета деревянного настила, поперечин и прогонов. Определение коэффициента поперечной передачи нагрузки на прогоны.	1,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
8)	Организация и технология строительства мостов. Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	Монтаж фундаментов и опор. Технология монтажа деревянных, железобетонных и металлических пролетных строений	1,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
9)	Проект организации строительства и проект производства работ, календарный график.	Методики составления ПОС. Основной документ для составления ППР и его состав. Методика составления календарного графика, необходимые документы для его составления.	1,5	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
10)	Оборудование мостов, транспортных тоннелей и путепроводов, особенности эксплуатации.	Освещение, прокладка коммуникаций, вентиляция тоннелей. Общие положения содержания мостов: уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт (ППР), ремонт, реконструкция, перестройка.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
11)	Состав производственного подразделения, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	Протяженность искусственных сооружений. Численность звена. Общие трудозатраты, необходимые для расчета численности структуры службы. Обязанности мостового мастера.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
12)	Оснащенность производственного подразделения мостового мастера.	Примерный перечень машин, оборудования и инструмента, необходимых для выполнения всего комплекса работ по содержанию мостов. Примерный перечень оборудования для специализированных самостоятельных бригад (ССБ). Оборудование при ремонте и замене деформационных швов (перил, ограждений). Перечень оборудования при профилактике и	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

		ремонте сопряжений моста с насыпью		
13)	Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.	Общие положения содержания мостов: уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт (ППР), ремонт, реконструкция, перестройка.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
14)	Технический учет.	Состав документации по техническому учету: карточка на мост, паспорт моста, ведомость наличия и технического состояния мостов и путепроводов, отдельная книга моста, общая книга,	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
15)	Осмотры сооружений.	Состав, характер работ, периодичность осмотров, нормативная литература, регламентирующая осмотры. Назначение каждого вида осмотров: текущий осмотр, периодический осмотр, диагностика, специальные осмотры	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
16)	Причины возникновения дефектов.	Разрушение движущимся транспортом, строительный дефект. Малые продольно-поперечные уклоны, отсутствие проезжей части, тротуаров, карнизов, слезников. Засорение трубок, механические повреждения. Низкое качество строительства. Старение материалов, отсутствие гидроизоляции тротуаров. Низкое качество швов. Неправильная установка балок пролетных строений на опорные части, загрязнение опорных частей и т.д.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
17)	Последствия, методы устранения дефектов.	Износ покрытия, разрушение изоляции, снижение безопасности движения. Коррозионное разрушение конструкций. Разрушение насадок и ригелей, опор. Торцов, балок. Разрушение защитного слоя. Коррозия и разрушение арматуры. Снижение несущей способности по сдвигу, провалы и обрушения плит и т.д.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
18)	Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	Общие положения. состав работ по уходу, сезонность выполнения. Пропуск паводка и ледохода. содержание знаков. Производство работ по уходу за подмостовой зоной. Мостовым полотном, пролетным строением металлических мостов.	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
19)	Устранение дефектов.	Устранение дефектов на мостовом	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2,

		полотне, железобетонные пролетных строениях, подмостовой зоне. Рекомендуемые материалы для ремонта.		ПК-3, ПК-8, ПК-11
20)	Безопасность движения.	Организация движения по мостам. пропуск сверхнормативных нагрузок. Устройство ограждений. Знаки, устанавливаемые на подъездах к мосту	1,5	ПК-5, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

1.3.5. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины											
1.	Геология	+	+	+	+	+	+	+	+		
2.	Гидрология				+			+			
3.	Механика грунтов	+	+	+	+	+	+	+	+		
4.	Основы архитектура и строительных конструкций	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

1.3.6. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	Л	Пр.	КП	СРС	
ОК-1	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ОК-4	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ПК-1	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ПК-2	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ПК-3	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ПК-8	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект
ПК-11	+	+	+	+	Конспект, опрос на лекции, отчет по практической работе, курсовой проект

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, КП - курсовой проект, СРС – самостоятельная работа студента

1.3.7. Методы и формы организации обучения Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

1.3.8. Лабораторный практикум не предусмотрен.

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические/семинарские Занятия (час)	Тренинг Мастер-класс (час)	СРС (час)	Всего
<i>IT-методы</i>					
Работа в команде					
<i>Case-study</i> (метод конкретных ситуаций)					
Игра					
Поисковый метод					
Решение ситуационных задач		6			6
Исследовательский метод		6			6
Итого интерактивных занятий		12			12

1.3.9. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Общие принципы и нормы проектирования. Схемы мостов и труб, работа различных статических схем мостов (разрезные, неразрезные, рамные и т.д.)	2	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
2.	5	Определение основных размеров моста в зависимости от класса реки и габарита проезжей части	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
3.	2	Основные конструктивные решения. Схемы балочных пролетных строений, опор, ледорезов	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
4.	5	Нагрузки и расчет конструкций. Схемы нагружения проезжей части моста	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
5.	4	Определение коэффициента поперечной установки	4	ОК-4, ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
6.	5	Сбор нагрузок	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
7.	9	Организация и технология строительства. Принципы построения календарного графика	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
8.	8	Схемы монтажа пролетных строений деревянных, железобетонных и металлических мостов	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

9.	18	Эксплуатация мостовых сооружений. Ознакомление с материалами технического учета (документами)	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
10.	15	Порядок, примеры и последовательность осмотра сооружений	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
11.	19	Рассмотрение дефектов. Способы их устранения	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11
12.	19	Схемы дефектов мостового полотна, железобетонных пролетных строений, подмостовой зоны	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11

1.3.10. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1.	1.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	5	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
2.	2.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
3.	3.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	6	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
4.	4.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
5.	5.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	3	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
6.	6.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	6	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
7.	7.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекционного материала, выполнение курсового проекта	6	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-11	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект
8.	8.	Подготовка к практическому занятию, проработка лекци-	4	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3,	Конспект, отчет по практическому занятию, курсовой проект

1.3.11. Примерная тематика курсовых проектов (работ).

Основным видом самостоятельной работы студентов при изучении курса мостов является выполнение курсового проекта.

Каждому студенту в индивидуальном порядке выдается задание на курсовой проект «Расчет и проектирование конструкции железобетонного моста». В задание входят следующие параметры проектируемого железобетонного автодорожного моста (путепровода):

- Профиль живого сечения и берегов реки по оси перехода с отметками. (ГМВ, ГВВ, ВИГ, РСГ, ГВЛ, ГИЛ).
- Условие ледохода: толщина льда, площадь отдельно пльвущего льда
- Отверстие моста.
- Класс реки.
- Габарит проезжей части моста.
- Нормативная временная нагрузка.
- Район строительства.
- Марка бетона и класс арматуры.
- Особые условия проектирования.

Расчетно-пояснительная записка должна быть в объеме 20-25 страниц.

Курсовой проект железобетонного моста должен состоять из двух листов чертежей (формата А1 :

Первый лист – 2 варианта моста с продольными и поперечными разрезами в М 1 : 100 – 1 : 200 и плана проезжей части с балочной клеткой моста.

Второй лист – конструкция рассчитываемого пролетного строения (фасад, продольные и поперечные разрезы) в М 1 : 50 – 1 : 100, арматурные чертежи и плиты проезжей части главных балок со спецификацией.

1.3.12. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 1. Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	3	3	3	9
Тестовый контроль	4	4	4	12
Контрольные работы на практических занятиях	9	9	9	27
Лабораторные работы		5	5	10
Компонент своевременности	4	4	4	12
Итого максимум за период:	20	25	25	70
Сдача экзамена (максимум)				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

Таблица 2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ФГОС)	Итоговая сумма баллов (учитывает успешно сдан-	Оценка (ECTS)
---------------	--	---------------

	ный экзамен)	
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	А (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	В (очень хорошо)
	75 – 84	С (хорошо)
	70 - 74	Д (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 - 64	Е (посредственно)

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Геодезические и разбивочные работы. Схема разбивки под трубу.
2. Геодезические и разбивочные работы. Схема разбивки осей моста.
3. Геодезические и разбивочные работы. Схема разбивки котлована.
4. Схема разбивки центров опор засечками при базисе на одном берегу.
5. Схема разбивки центров опор засечками при базисе на двух берегах.
6. Сооружение фундаментов в открытых котлованах глубиной до 5 м.
7. Сооружение фундаментов в открытых котлованах глубиной более 5 м.
8. Устройство перемычек. Их виды.
9. Подводное бетонирование. Метод ВПТ.
10. Устройство фундаментов на сваях. Состав работ и последовательность погружения свай (схемы).
11. Сваи оболочки и буровые сваи.
12. Опускные колодцы и кессоны.
13. Монтаж свайных опор.
14. Монтаж сборно-монтажных опор.
15. Монтаж монолитных опор.
16. Особенности бетонирования в зимний период.
17. Монтаж сборных железобетонных пролетных строений. Общие положения.
18. Состав проект по монтажу железобетонных пролетных строений. Строповочные приспособления.
19. Верховой способ монтажа пролетных строений.
20. Низовой способ монтажа пролетных строений.
21. Схема монтажа пролетных строений консольно-шлюзовым краном.
22. Сборка пролетных строений на подмостях.
23. Сборка пролетных строений способом продольной надвигки.
24. Навесная сборка пролетных строений.
25. Основные способы монтажа металлических пролетных строений.
26. Установка металлических пролетных строений кранами. Дать схему монтажа консольным краном.
27. Установка металлических пролетных строений способом поперечной надвигки.
28. Состав проекта организации строительства и проекта производства работ.
29. Приемка в эксплуатацию мостов. Необходимая документация.
30. Виды работ при содержании, текущем и капитальном ремонте мостов.
31. Эксплуатация водопропускных труб.
32. Определение отверстия моста. Общие положения.
33. Построение интегрального графика, для определения отверстия моста.
34. Подмостовой габарит моста.
35. Поперечный габарит моста.
36. Подбор сечения балок.
37. Два способа загрузки моста.
38. Временные нагрузки. Дать схемы.

39. Распределение нагрузки в плите вдоль и поперек моста от ВК и НК-80.
40. Определение расчетной поперечной силы в плите проезжей части и на консоли.
41. Определение коэффициента поперечной установки.
42. Эпюры от единичной нагрузки в трех сечениях балки.
43. Расчет изгибаемых железобетонных элементов. Схема усилий. Определение высоты сжатой зоны.
44. Расчет тавровых сечений с плитой в сжатой зоне. Требуемое соблюдение условий.
45. Расчет сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечной силы. Необходимое условие и схема усилий в наклонном сечении.
46. Расчет сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие изгибающих моментов. Схема усилий в сечении и соблюдение необходимого условия.
47. Расчет по образованию трещин, необходимое условие.
48. Расчет по раскрытию трещин, необходимое условие.
49. Определение прогибов.
50. Основные задачи ремонта и содержания мостовых сооружений.
51. Обязанности мостового (дорожного) мастера.
52. Определение численности рабочих для содержания мостов.
53. Определение трудозатрат по содержанию мостов.
54. Дать определение, что такое надзор и уход за мостами.
55. Дать определение, что такое планово-определятельный ремонт.
56. Дать определение, что такое профилактическая работа, ее периодичность.
57. Дать определение, что такое ремонт и реконструкция мостовых сооружений, их периодичность.
58. Назначение и состав работ по надзору и уходу за мостами.
59. Назначение и состав работ по профилактике и планово-предупредительному ремонту по мостам.
60. Назначение и состав работ по ремонту и реконструкции.
61. Исследования Росдорнии различных схем содержания и ее выводы.
62. Технический учет. Состав документации по техническому учету.
63. Осмотр сооружений. Текущий осмотр (назначение, исполнитель, периодичность).
64. Осмотр сооружений. Периодический осмотр. Диагностика (назначение, исполнитель, периодичность).
65. Осмотр сооружений. Специальные осмотры (назначение, исполнитель, периодичность).
66. Организация текущих и периодических осмотров мостов. Общие положения.
67. Схема обозначения элементов искусственных сооружений.
68. Консольно-инструментальные измерения. Общие положения.
69. Определение величины прогиба в любом узле фермы.
70. Порядок проведения осмотров. Подходы (содержание работы, что определяют при осмотре, применяемое оборудование, период осмотра, сезонность).
71. Порядок проведения осмотров. Подмостовая зона (содержание работы, что определяют при осмотре, применяемое оборудование, период осмотра, сезонность).
72. Порядок проведения осмотров. Мостовое полотно (содержание работы, что определяют при осмотре, применяемое оборудование, период осмотра, сезонность).
73. Порядок проведения осмотров. Пролетные строения железобетонные и металлические (содержание работы, что определяют при осмотре, применяемое оборудование, период осмотра, сезонность).
74. Порядок проведения осмотров. Опоры. Опорные части. (содержание работы, что определяют при осмотре, применяемое оборудование, период осмотра, сезонность).
75. Рассмотрение результатов осмотра.
76. Оценка технического состояния. 1-я категория по долговечности.
77. Оценка технического состояния. 2-я категория по долговечности.

78. Оценка технического состояния. 3-я категория по долговечности.
79. Оценка технического состояния, 1-я категория безопасности и 2-я категория безопасности.
80. Оценка технического состояния, 3-я категория безопасности.
81. Оценка состояния моста по долговечности, грузоподъемности, безопасности движения.
82. Мостовое полотно. Проезжая часть и тротуары (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
83. Мостовое полотно. Водоотвод (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
84. Опорные части (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
85. Железобетонные пролетные строения. 1-я категория долговечности (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
86. Железобетонные пролетные строения. 2-я и 3-я категория долговечности (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
87. Дефекты заклепочных и сварных сооружений.
88. Железобетонные опоры. Свайные (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения)
89. Железобетонные опоры. Монолитные и сборные (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
90. Примостовая зона. Косоструйность (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
91. Примостовая зона. Размыв русла (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
92. Примостовая зона. Размыв у опор (дефекты, причины возникновения, последствия, методы устранения).
93. Организация работы по пропуску паводка и ледохода.
94. Подготовка сооружений к паводку и пропуску ледохода.
95. Производство работ по уходу за мостами. Подмостовая зона.
96. Производство работ по уходу за мостами. Мостовое полотно.
97. Производство работ по уходу за мостами. Пролетные строения.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

3.1. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке теоретического материала по дисциплине

Название темы	Контрольные вопросы и задания
1. Состав производственного подразделения, возглавляемое мостовым мастером. Обязанности мостового мастера.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Протяженность искусственных сооружений. 2. Численность звена. 3. Назовите общие трудозатраты, необходимые для расчета численности структуры службы. 4. Назовите обязанности мостового мастера.
2. Оснащенность производственного подраз-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите примерный перечень машин, оборудования и инструмента, необходимых для выполнения всего комплекса

<p>деления мостового мастера.</p>	<p>работ по содержанию мостов.</p> <p>2. Назовите примерный перечень оборудования для специализированных самостоятельных бригад (ССБ).</p> <p>3. Какое оборудование применяется при ремонте и замене деформационных швов (перил, ограждений).</p> <p>4. Назовите перечень оборудования при профилактике и ремонте сопряжений моста с насыпью</p>
<p>3. Эксплуатация мостовых сооружений, надзор за ними.</p>	<p>1. Перечислите общие положения содержания мостов: уход, профилактика, планово-предупредительный ремонт (ППР), ремонт, реконструкция, перестройка.</p>
<p>4. Технический учет.</p>	<p>1. Назовите состав документации по техническому учету:</p> <p>карточка на мост,</p> <p>– паспорт моста,</p> <p>– ведомость наличия и технического состояния мостов и путепроводов,</p> <p>– отдельная книга моста,</p> <p>– общая книга,</p>
<p>5.Омотры сооружений.</p>	<p>1. Перечислите состав, характер работ, периодичность осмотров, нормативная литература, регламентирующая осмотры.</p> <p>2. Назначение каждого вида осмотров: текущий осмотр, периодический осмотр, диагностика, специальные осмотры</p>
<p>6. Причины возникновения дефектов.</p>	<p>1. Назовите виды разрушений и отчего они бывают?</p> <p>2. Разрушение движущимся транспортом, строительный дефект. Малые продольно-поперечные уклоны, отсутствие проезжей части, тротуаров, карнизов. слезников.</p> <p>3. Что такое засорение трубок, механические повреждения.</p> <p>4. Что такое низкое качество строительства.</p>

	<p>5. От чего бывает старение материалов, отсутствие гидроизоляции тротуаров. Низкое качество швов.</p> <p>6. Неправильная установка балок пролетных строений на опорные части, загрязнение опорных частей и т.д.</p>
7. Последствия, методы устранения дефектов.	<p>1. Что такое износ покрытия, разрушение изоляции, снижение безопасности движения.</p> <p>2. Что такое коррозионное разрушение конструкций.</p> <p>3. Разрушение насадок и ригелей, опор, торцов, балок.</p> <p>4. Что такое разрушение защитного слоя.</p> <p>5. Что такое коррозия и разрушение арматуры.</p> <p>6. от чего бывает снижение несущей способности по сдвигу, провалы и обрушения плит и т.д.</p>
8. Эксплуатация капитальных мостов, уход за сооружениями.	<p>1. Назовите общие положения. эксплуатации мостов.</p> <p>2. Назовите состав работ по уходу,</p> <p>3. Что такое сезонность выполнения, пропуск паводка и ледохода. Содержание знаков.</p> <p>4. Перечислите производство работ по уходу за подмостовой зоной, мостовым полотном, пролетным строением металлических мостов.</p>
9. Устранение дефектов, мостовое полотно, железобетонные пролетные строения, подмостовая зона.	<p>1. Как устраняются дефекты на мостовом полотне, железобетонные пролетных строениях, подмостовой зоне?</p> <p>2. Какие рекомендуемые материалы для ремонта?</p>
10. Безопасность движения:	<p>1. Как идет организация движения по мостам.</p> <p>2. Что такое пропуск сверхнормативных нагрузок.</p> <p>3. Как выполняется устройство ограждений.</p> <p>4. Перечислите знаки, устанавливаемые на подъездах к</p>

3.2. Методические рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным и практическим занятиям

Лабораторная работа № 1. Эксплуатация мостовых сооружений. Ознакомление с материалами технического учета (документами)–2 часа

Контрольные вопросы:

1. Что такое карточка на мост?
2. Сведения о пролетных строениях?
3. Сведения об опорах и ледорезах?
4. Сведения о регуляционных сооружениях
5. Сведения о подходах.
6. Данные об охране моста.
7. Ведомость наличия технического состояния моста.
8. Паспорт моста
9. Общие сведения.
10. Состояние сооружения.

Лабораторная работа № 2. Порядок, примеры и последовательность осмотра сооружений – 1 час.

Контрольные вопросы:

1. Какой порядок проведения осмотра подходов к мосту?
2. Какой порядок проведения осмотра подмостовой зоны?
3. Какой порядок проведения осмотра мостового полотна?
4. Какой порядок проведения осмотра пролетных строений?
5. Какой порядок проведения осмотра опор моста?
6. Какой порядок проведения осмотра Опорных частей?

Лабораторная работа № 3. Рассмотрение дефектов, способы их устранения – 2 часа

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды дефектов по каждой части моста.
2. Какие способы определения и методы устранения дефектов знаете. Перечислите.
3. Какое производство работ по каждому виду вы знаете?

Лабораторная работа № 4. Эксплуатация капитальных мостов. Схема работ по уходу за сооружениями – 1 час.

Контрольные вопросы:

1. Назовите задачи содержания капитальных мостов.
2. Назовите состав работ по уходу и сезонность выполнения.
3. Перечислите схему работ по уходу за сооружением.

Лабораторная работа № 5. Устранение дефектов – 2 часа

Контрольные вопросы:

1. Кем проводится устранение дефектов?
2. Производство работ мостового полотна.
3. Назовите рекомендуемые составы битумных мастик для гидроизоляции?
4. Как ведется ремонт тротуарных блоков?

Лабораторная работа № 6. Схемы дефектов мостового полотна, железобетонных пролетных строений, подмостовой зоны – 2 часа.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите схемы дефектов мостового полотна?
2. Перечислите схемы дефектов железобетонных пролетных строений?
3. Перечислите дефекты подмостовой зоны.

Лабораторная работа № 7. Безопасность движения – 4 час.

Контрольные вопросы:

1. Назовите схемы движения по мостам
2. Назовите схемы пропуска сверхнормативных нагрузок
3. Знаки, устанавливаемые на подходах к мосту?
4. Ограничения на въезд.

5. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ВВЕДЕНИЕ

Ремонт и содержание мостов представляет совокупность организованных и технических мероприятий, обеспечивающих сохранность (долговечность) и безопасную работу сооружений в исправном состоянии в течении расчетного срока службы.

Лабораторный практикум играет значительную роль при изучении курса «Эксплуатация мостов», его цели:

Ознакомить студентов с методами обеспечения технически исправного состояния сооружений.

Привить студентам навыки по определению технического состояния моста по двум видам групп деформации:

Первая группа – по разрушениям (долговечности), Д.

Вторая группа – по разрушениям (безопасность движения), БД.

Дать представление о существующих машинах и оборудовании, применяемых при ремонте.

Ознакомить студентов с различными материалами, используемых при ремонте покрытий, пролетных строений и опор мостов.

Лабораторные работы проводятся параллельно с теоретическим курсом. Поэтому краткое изложение теории не приводится.

В процессе выполнения работы в отчете записываются и зарисовываются результаты анализа механического состояния элемента моста, дается схема разрушений, по которым составляется технологическая карта ремонта с указанием необходимого оборудования и материалов.

Во время защиты работы студент должен объяснить цель и порядок работы.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Проведение студентами лабораторных работ по курсу 2 «Эксплуатация мостов» ставит своей целью формирование умений и навыков самостоятельной работы по определению видов разрушений и определению объемов работы по его восстановлению.

При выполнении лабораторных работ студент не только закрепляет теоретические знания. Но и самостоятельно учится оценивать влияние различных факторов на выбор категории ремонта и применение для него необходимых материалов.

Приступая к выполнению той или иной работы, студент должен предварительно ознакомиться с содержанием указаний, в которых изложен порядок проведения опытов. Студент должен четко усвоить цель и задачи работы.

При подготовке к выполнению каждой лабораторной работы студент должен изучить учебный материал, изложенный на аудиторных занятиях и в рекомендуемой литературе.

Все это обеспечит должный уровень знаний студентов как будущих специалистов, а также умение проводить исследования и необходимые расчеты. Работать с технической литературой.

Предварительные данные и результаты исследований должны фиксироваться студентом во время занятий. Обязательно проставляется размерность всех указанных и полученных величин.

Отчет по лабораторной работе оформляется в тетрадях или на листах формата А4 в соответствии с требованиями ЕСКД. Содержание отчета приводится в каждой лабораторной работе. На титульном листе отчета необходимо указать: название лабораторной работы; Фамилию. Имя и отчество студента, номер группы, дату проведения работ и фамилию, имя и отчество преподавателя.

Зачет по лабораторной работе проводится в виде защиты выполненных работ. Во время зачета студент должен знать соответствующие положения; уметь объяснить наличие и устройство применяемых машин и приспособлений; цель и порядок выполнения работы их основные результаты.

Библиографический список приведен в конце сборника.

Лабораторная работа № 1 (2,5 часа)

Составление технологической карты по ремонту деформационных швов пролетных строений автодорожных мостов

Цель работы: Общие принципы подхода к содержанию и ремонту деформационных швов моста.

Задачи работы: получить навыки в определении вида ремонта деформационных швов по разрушениям, полученным в ходе эксплуатации.

Обеспечивающие средства: СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследования и испытания». ВСН-4-81 «Инструкция по проведению осмотра мостов и труб на автомобильных дорогах. СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы. ВСН 42-91 «Нормы расхода строительных материалов на строительство и ремонт автомобильных дорог и мостов», линейка, карандаш.

Задание: разработать технологическую карту по ремонту деформационных швов моста.

Требования к отчету: описать виды работ по подготовке к ремонту и виды работ самого ремонта в технологической последовательности, с необходимыми схемами и краткими пояснениями к ним. Указать применяемые материалы для проведения ремонта.

Технология работы:

1. Дается краткое описание деформационного шва и его назначение.
2. По длине пролета определяется вид деформационного шва.
3. По категории безопасности движения определить вид ремонта.
4. По количеству деформационных швов и мостового габарита.
5. Подсчитать объем необходимых работ.

Варианты:

Варианты (последняя цифра)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Категория неисправностей	2-Д	1-Д	2-Д	1-Д	2-Д	1-Д	2-Д	1-Д	2-Д	1-Д
Группа по ремонту железобетонных конструкций	3	4	5	4	3	5	3	4	5	3

Контрольные вопросы:

1. Применение полимерной краски и ее состав.
2. Область применения жидкости ГКЖ-94?
3. При какой глубине повреждений бетонных поверхностей применяют торкретрас-твор?

Лабораторная работа № 2 (3 часа)

Составление технологической карты по ремонту железобетонных пролетных строений моста

Цель работы: получить представление о видах ремонта пролетных строений во время их эксплуатации.

Задачи работы: научиться по видам разрушения определить метод ремонта и знать его технологию.

Обеспечивающие средства: СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследования и испытания». ВСН-4-81 «Инструкция по проведению осмотра мостов и труб на автомобильных дорогах, линейка, карандаш, калькулятор.

Задание: составить технологическую карту по устранению дефектов пролетного строения.

Требования к отчету: описать виды работ до начала ремонта. Также оставить таблицу с описание выполняемых работ в технологической последовательности и применяемых материалов

Технология работы:

1. По категории неисправностей определить вид ремонта.
2. Провести описание работ до начала ремонта.
3. Дать описание ремонтных работ в технологической последовательности выполнения операции.
4. Указать применяемые материалы в табличной форме.
5. Нарисовать схему применяемых подмостей.
6. Предусмотреть меру безопасности при проведении работ на мосту при движении автотранспорта.
7. Рассмотреть технологическую последовательность проведения работ до начала ремонта
8. Составить технологическую последовательность выполнения операций о ремонте швов указанием применяемых материалов.
9. По п. 5 и 6 предусмотреть безопасность движения при проведении ремонтных работ.

Варианты:

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(предпоследняя цифра)										
Категория дефектов на БД (Безопасность движения)	1-БД	2-БД	3-БД	2-БД	3-БД	1-БД	3-БД	2-БД	2-БД	1-БД
Длина пролета (l), м	18	12	15	18	21	24	27	12	15	21
Вариант (последняя цифра)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Габарит моста	$F-11,5$	$F-10$	$F-8$	$F-10$	$F-11,5$	$F-8$	$F-11,5$	$F-10$	$F-8$	$F-11,5$

Контрольные вопросы:

1. При какой длине пролета применяются деформационные швы закрытого типа и заполненного типа?
2. Дать схему деформационного шва закрытого типа.
3. Дать схему деформационного шва заполненного типа.

Лабораторная работа № 3 (2,5 часа)

Технология ремонта вертикальных ребер балок железобетонного или металлического пролетного строения

Цель работы: получить представление в видах ремонта ребер пролетного строения во время эксплуатации моста.

Задачи работы: овладеть методикой составления технологической карты для ремонта ребер пролетного строения используя указания о долговечности сооружения.

Обеспечивающие средства: СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследования и испытания». ВСН-4-81 «Инструкция по проведению осмотра мостов и труб на автомобильных дорогах, линейка, карандаш, калькулятор.

Задание: разработать технологическую карту по ремонту вертикальных ребер балок пролетного строения моста. Указать вид подмостей, используемых при ремонте.

Требования к отчету: описать все подготовительные операции, необходимые для проведения ремонта. Выполнить технологическую карту с последовательно выполняемыми операциями. Указать применяемые материалы и оборудование.

Технология работы:

1. По категории неисправностей определить вид ремонта.
2. Рассмотреть технологическую последовательность проведения работ до начала ремонта.
3. Описать вид ремонта в технологической последовательности.
4. Нарисовать схему используемых подмостей.
5. Составить таблицу используемых материалов для ремонта.
6. Предусмотреть меры предосторожности при проведении работ.

Варианты:

Варианты (последняя цифра)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вид моста по материалу:										
а) железобетонные пролетные строения	×	–	×	–	×	–	×	–	×	–
б) металлические пролетные строения	–	×	–	×	–	×	–	×	–	×

Контрольные вопросы:

1. Виды материалов применяемых при ремонте вертикальных ребер балок пролетного строения.
2. Дать схему ремонта нижнего скола вертикального ребра балки.
3. Нарисовать схему заделки сквозного отверстия в ребре балки.

Лабораторная работа № 4 (3 часа) Технология торкретирования

Цель работы: ознакомить студентов с торкретирования и областью применения.

Задачи работы: поучить представление о принципах работы установки для торкретирования РД-302.

Обеспечивающие средства: СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследования и испытания». ВСН-4-81 «Инструкция по проведению осмотра мостов и труб на автомобильных дорогах, линейка, карандаш, калькулятор.

Задание: осуществить и найти дефекты по категории неисправностей. Составить технологию по устранению дефектов, составляя схем установки РД-802.

Требования к отчету: составить технологическую последовательность работ до проведения ремонта. Описать технологические процессы ремонтных работ. Нарисовать схему РД-802 с указанием используемого оборудования.

Технология работы:

1. По категории неисправностей определить вид и состав работ по ремонту.
2. Согласовать описание технологически связанных операций при проведении ремонта.
3. Нарисовать схему установки РД-802 с необходимыми пояснениями.
4. Составить таблицу используемых материалов.

Варианты:

Варианты (последняя цифра)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория неисправностей (долговечно-	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д

сти)										
Элемент конструкции моста (железобетонного)										
1. Опоры:										
1.1. Мостовые железобетонные	×	–	–	–	×	–	–	–	×	–
1.2. Мостовые и из сборной железобетонной конструкции	–	×	–	–	–	×	–	–	–	×
2. Пролетные строения										
2.1. Из обычного железобетона	–	–	×	–	–	–	×	–	–	–
2.2. Из предварительно-напряженного железобетона	–	–	–	×	–	–	–	×	–	–

× - вариант опор пролетных строений.

Лабораторная работа № 5 (3 часа)

Технология ремонта свайных опор моста

Цель работы: получить представление о технологии проведения ремонтных работ свайных опор моста.

Задачи работы: овладеть методикой оценки повреждений опор. Определить вид ремонта после оценки.

Обеспечивающие средства: СНиП 3.06.07-86 «Мосты и трубы. Правила обследования и испытания». ВСН-4-81 «Инструкция по проведению осмотра мостов и труб на автомобильных дорогах, линейка, карандаш, калькулятор.

Задание: Согласно варианта оценить повреждения опор и назначить соответствующий вид ремонта.

Требования к отчету: Дать технологическую последовательность работ до проведения ремонта и во время ремонта. Нарисовать схему опор после ремонта.

Технология работы:

1. По категории неисправностей определить в деформации опоре:
2. по деформациям определить вид ремонта.
3. Расположить технологическую последовательность проведения работ до ремонта и во время ремонта.
4. Вычертить схему опоры после ремонта с необходимыми пояснениями.

Варианты:

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Категория неисправностей (долговечности)	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д	1Д	2-Д
Типы опор										
1. Свайные	×	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2. Свай-оболочки	–	×	–	–	–	×	–	–	–	×
3. Массивные железобетонные	–	–	×	–	–	–	×	–	–	–
4. Массивные сборные железобетонные	–	–	–	×	–	–	–	×	–	–
5. Массивные каменные	–	–	–	–	×	–	–	–	×	–

Контрольные вопросы:

1. Почему применяют «обойму» при ремонте свайных опор?
2. Какая арматура применяется при работе свайных опор?
3. Отличие в ремонте свай оболочек от свайных опор и массивных опор?

5. ЛЕКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Тема: «Основные понятия об инженерных сооружениях на автомобильных дорогах. Их значение и необходимость»

Инженерные сооружения являются составной частью автодорог: наряду с земельным полотном и дорожной одеждой обеспечивают бесперебойность и безопасность движения автомобильного транспорта и пешеходов.

Дорога – обустроенное или приспособленное и используемое для движения транспортных средств полоса земли, либо поверхность искусственного сооружения.

Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы.

К инженерным сооружениям на дороге относятся все здания и сооружения, предназначенные для ее нормальной эксплуатации.

Этими сооружениями могут быть павильон автобусной остановки, мост, водопропускная труба, автозаправки. При этом разнообразии все эти сооружения можно разделить на необходимо функциональные и сопутствующие.

К необходимым инженерным сооружениям относятся такие, без которых нормальное функционирование дороги невозможно:

- трубы;
- мосты;
- путепроводы, эстакады;
- виадуки;
- подпорные стены

К сопутствующим можно отнести такие, без которых возможна эксплуатация дороги, но при этом уменьшается комфорт для транспорта и пешеходов, возникают трудности при эксплуатации транспорта и т.д.:

- автобусные павильоны;
- бензозаправки;
- отели

В этом курсе мы будем изучать функционально необходимые инженерные сооружения – те, что упомянуты в законе, - поверхность искусственных сооружений, по которым движется транспорт, которые входят в состав дороги.

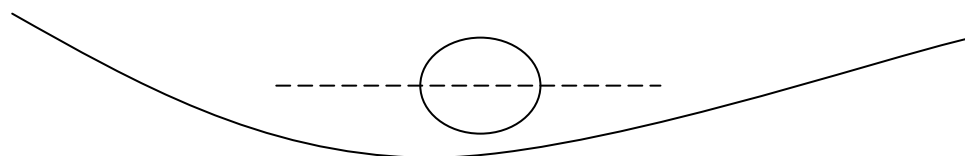
Для этих сооружений существуют инженерно-строительные нормы и правила (СНиП 2.05.03.84* Мосты и трубы).

В предисловии указано, что эти нормы распространяются на путепроводы, виадуки, эстакады, пешеходные мосты, для железнодорожного и автомобильного транспорта.

Тема: «Виды инженерных сооружений на автомобильных дорогах»

Простейшими инженерными сооружениями на дорогах являются водопропускные трубы различной формы. Через эти трубы осуществляется пропуск небольших постоянных или временных водных потоков. При этом, обеспечивая водопонижение с одной стороны насыпи, поверхность земли не заливается водой и не обводняет насыпь.

Трубы устраивают всегда в понижениях рельефа и сквозь тело насыпи.



Трубы обознач. столбиками, устанавливают по оси трубы с двух сторон.

Основные наиболее капитал., дорогостоящие инженерные сооружения – это **мосты**.

Мосты предназначены для пропуска пешеходов, автомобильного транспорта над водной преградой. Мост должен при этом обеспечивать пропуск под ним речного, морского транспорта, ледохода, корчехода и лесосплава, высоких уровней воды.

Очень близки по своим характеристикам к мостам так называемые сухопутные мосты – путепроводы, эстакады и виадуки.

Путепроводы – это сухопутный мост, предназначенный для пропуска пешеходов и транспорта над транспортной коммуникацией. Устраивают с целью безопасного пересечения автомобильной дорогой этой коммуникации (ж/д, автодорога).

Поскольку назначение путепровода – это развязка транспорта в различных уровнях, их устраивают с минимальной длиной, поэтому угол пересечения близок к 90^0 , один или два пролета – над коммуникацией, остальные части – в виде насыпи.

В Твери – Горбатый мост, в пос.Южный и в пос.Крупской, ж/д на Комсомольской площади, путепровод в пос.Эммаус.

Транспортные эстакады, в отличие от путепроводов, имеют своей целью вывести проезжую часть дороги над поверхностью земли:

- ввод или вывод транспортных потоков в крупные города;
- устройство дорог на территориях, занятых промышленными предприятиями, памятниками культуры.

Эстакада – это дорога по поверхности моста. Это обычно длинное сооружение, извилистое, многопролетное, чаще всего из железобетона. (В Твери нет).

Виадук – делают при пересечении автомобильной и железной дорог очень глубоких понижений. Возникает проблема: что выгоднее – или сделать высокую насыпь, или перекрыть виадуком.

Тоннели и сооружения на горных дорогах.

Тоннели проектируют по своим СНиПам, так как это еще более сложные сооружения, чем мосты.

Сооружения на горных дорогах имеют цель обеспечить устойчивость горных склонов, предотвратить опадание снежных лавин и камней на проезжую часть, устройство самой дороги на склонах.

Поскольку наиболее сложными являются мосты, их будем подробнее рассматривать.

Раздел 1. Вводные (общие) сведения об автодорожных мостах

Тема: Классификация мостов на автомобильных дорогах.

По назначению мосты (путепроводы, эстакады, виадуки) подразделяются на железнодорожные, автодорожные (мост на дороге вне нас. пункта), совмещенные (для обоих видов), пешеходные, специальные, городские (мост на дороге в пределах нас. пункта).

По материалу (пролетные строения):

(опоры – каменные, металлические, деревянные, бетонные)

- каменные;
- бетонные и железобетонные;
- металлические (сталь, чугун);
- деревянные;
- сталежелезобетонные (вТвери – старый мост).

По расположению уровня проезжей части относительно пролетного строения мосты различают с ездой поверху, понизу, с ездой посередине.

По расположению проезжей части относительно поверхности воды:

- высоководные (для нормальной эксплуатации автомобильных дорог не должны ни при каких обстоятельствах заливаться водой);

- низководные (интенсивность невелика, рядом есть объезд, может поттапливаться);

- наплавные мосты;
 - паром, переправы;
 - ледовые (зимники)
- } характеризуются совпадающим уровнем проезжей части и поверхности воды

Эти мосты временные.

Для пропуска высоких океанических и речных судов целесообразно один из пролетов моста на период прохода водного транспорта перемещать, чтобы не делать весь мост высоким (раздвижные мосты).

Грузоподъемность моста во многом определяет длину пролета, но самым главным определяющим признаком (кроме материала), является статическая схема сооружения.

По конструктивной схеме пролета и опор:

- балочные
(разрезные – один пролет, одна балка;
неразрезные – на все пролеты одна балка);
- консольные;
- консольно-подвесные;
- 95% - балочные разрезные
- арочные (арка перекрывает до 300 м);
- ферменные (пролеты 63 м и более)

Наибольшие пролеты (до нескольких км длиной) имеют мосты подвесных систем.

По длине:

- малые (до 25 м);
- средние (25-100 м);
- большие (длинные) – более 100 м или 1 пролет имеет длину более 60 м.

Тема: «Основные части и элементы мостов»

Размеры инженерных сооружений.

Их обоснование и причины назначения.

Мостовые переходы, их конструкция.

Уровни (горизонты) воды

Все инженерные сооружения (мосты, путепроводы, эстакады и пр.) состоят из трех основных частей, заменяющих соответствующие конструктивные части автомобильной дороги.

- **Пролетное строение** (соответствует дорожной одежде, проезжей части).
- **Опоры** (примерно соответствуют насыпи автодороги, заменяют ее).
- **Фундаменты** (соответствуют основанию насыпи и воспринимают нагрузку от сооружения).

Пролетное строение заменяет часть насыпи автомобильной дороги над каким-то препятствием, имеет значительную длину и обеспечивает передвижение транспорта над препятствием и свободное пространство под сооружением с целью пропуски под ним водного транспорта или иного.

Для безопасного и бесперебойного передвижения транспорта по пролетному строению, а также для защиты пролетного строения от механического воздействия передвижающегося транспорта, на пролеты укладывают какую-то плоскую конструкцию, обеспечивающую соответствующую ширину проезда наличие тротуаров, ограждений, освещения и прочее.

Все конструкторское приспособление, находящееся на пролетном строении, закрывающее его, называется **мостовым полотном**.

Нагрузки, которые действуют на пролетное строение, очень большие, потому что длина пролетов велика и, чтобы поддержать пролеты – чтобы они не разрушались под своим весом, под пролеты устанавливают опоры. Опоры воспринимают нагрузку от пролета и через фундаменты передают ее на грунты основания.

Количество опор должно быть наименьшим, но при этом возрастает длина пролета. Одна из задач проектирования – выбор оптимального соотношения (длина моста – длина пролета).

Рассмотренные части инженерного сооружения подразделяются на более мелкие многочисленные элементы.

Мостовое полотно включает в себя:

- **проезжую часть** – конструкцию, обеспечивающую ширину проезда транспорта, перекрывающую пространство между пролетными конструкциями и воспринимающую нагрузку от колес транспорта;

- **тротуары** – часть ширины инженерного сооружения, предназначенная для прохода людей через это сооружение; обычно тротуары располагаются сбоку от проезжей части (параллельно);

- **ограждения** – между тротуаром и проезжей частью – специальные устройства, предотвращающие от наезда транспорта на тротуары.

Кроме того, ограждения могут быть установлены по оси сооружения для разделения встречных потоков. Ограждают также опоры путепроводов и эстакад снизу. С внешней стороны тротуаров устанавливают перила для безопасного прохода людей. А на электрифицированных железных дорогах над железнодорожными путями ставятся решетки.

Поверхность проезжей части и тротуаров должна быть ровной и гладкой, поэтому на них укладывают покрытие и другие конструктивные слои ездового полотна. Ездовое полотно обеспечивает ровность, непрерывность, сцепление с проезжей частью и защищает проезжую часть и пролетное строение от погодных и климатических воздействий, а также от прямого механического воздействия транспорта.

Мосты, путепроводы и эстакады – это опасные сооружения при движении в темное время суток, поэтому все сооружения в населенных пунктах должны иметь электрическое освещение. А большие мосты должны быть освещены и на дорогах.

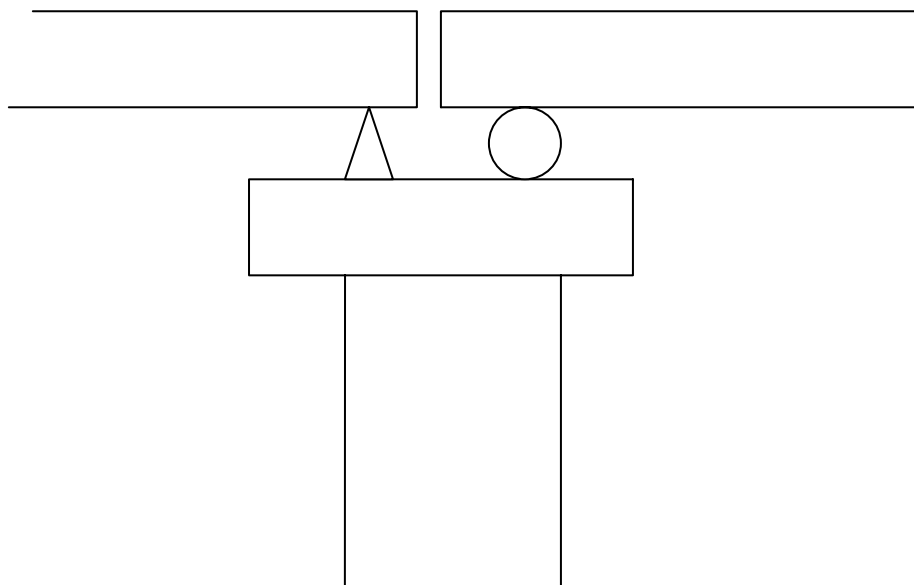
Температурные швы между пролетным строением над опорами обеспечивают отсутствие температурных напряжений. А чтобы обеспечить плавность проезда транспорта над этими разрывами и чтобы не было разрушения пролетного строения, в эти температурные разрывы встраивают специальные приспособления, и все это вместе называется **деформируемый шов** .

В местах сопряжения сооружения с насыпью для плавной передачи нагрузок устанавливают переходные плиты, опирающиеся одним концом на устой, а другим – на тело насыпи.

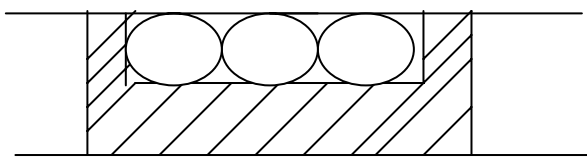
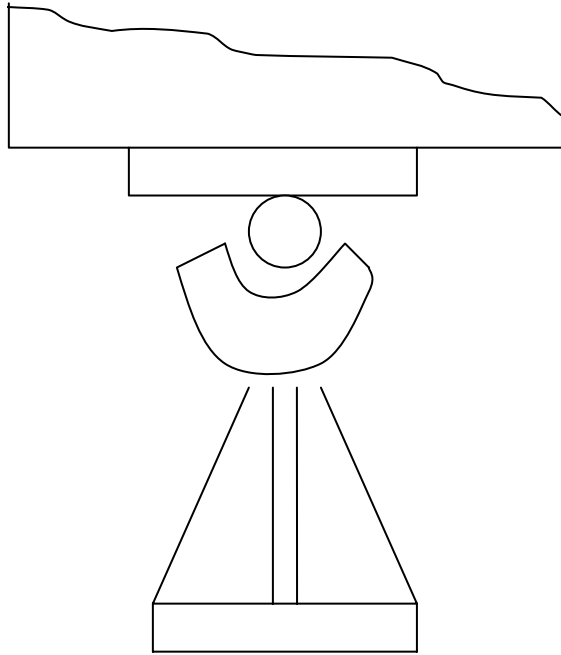
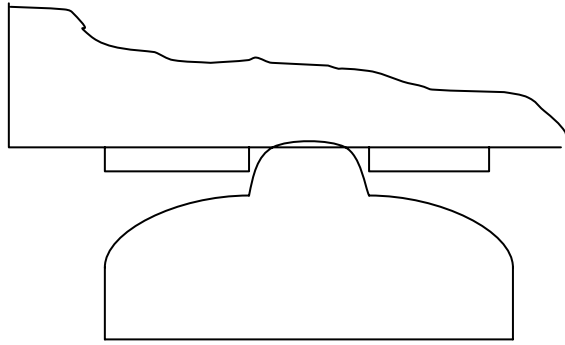
Указанные элементы мостового полотна находятся на пролетном строении. **Пролетное строение** – это мощные строительные конструкции большей длины: балки, арки, фермы, рамы, подвесная конструкция и прочее, выполненные из прочных строительных материалов.

И эти конструкции опираются на опоры, но через специальные устройства, компенсирующие различные перемещения и распределение громадной нагрузки в местах контакта. Эти устройства называются **опорными частями** .

Опорные части распределяют нагрузку от пролетного строения на опору, сконцентрированную на небольшой площади, поэтому опорная часть, а также контакты с нею пролетного строения и опоры должны быть достаточно прочными и выдерживать большие контактирующие напряжения. Опорная часть должна иметь возможность обеспечить перемещение пролета относительно опоры. Перемещение может быть линейным и (или) угловым.



O – обеспечение линейного перемещения (подвижная опорная часть)
Δ - неподвижная опорная часть (угловое перемещение)



Опорная часть устанавливается на опору. Место установки называется **подферменником**. **Подферменник** – мощная заармированная железобетонная или каменная поверхность.

Один или несколько подферменников образуют оголовок опоры (верх опоры). Расстояние между подферменниками и его размеры должны обеспечить установку пролетного строения. Поэтому верх опоры практически совпадает с шириной моста.

Оголовок (верх) опоры опирается на тело опоры, которое может иметь размеры в плане значительно меньшие, чем оголовок.

Тело опоры должно выполнять две функции:

1. Быть прочным, чтобы воспринимать нагрузку от пролета.
2. Должно иметь высоту, обеспечивающую требования возвышения проезжей части автодороги на мосту.

Тело опоры может быть выполнено в виде любой по форме конструкции.

Нижняя плоскость тела опоры совпадает с верхней плоскостью фундамента. Размеры фундамента в плане, как правило, значительно больше размеров тела опоры: увеличивается устойчивость фундамента, лучше распределяется нагрузка на грунты (по большей площади).

Высота фундамента определяется по расчету:

верхняя плоскость фундамента – обрез;

нижняя плоскость фундамента – подошва

Размеры инженерных сооружений

Инженерные сооружения, как и любые другие, имеют три главных размера: длину, высоту и ширину. Эти размеры зависят, как от автомобильной дороги, на которой находится сооружение, так и от характера пересекающих препятствий. Например, от глубины и ширины реки зависят соответственно высота и длина моста, а ширина определяется только параметрами дороги (категорией).

Указанные размеры характеризуют параметры сооружения, относительно с его стоимостью, поэтому важно знать, как они исчисляются.

Длина моста – расстояние от крайних точек начала и конца насыпи у моста, т.е. это размер между плоскостями задних граней устоев.

Высота моста дает представление о высоте расположения проезжей части относительно уровня воды (от проезжей части до наинизшего уровня воды).

Ширина моста (расстояние между крайними его точками поперек моста в уровне проезжей части). Кроме этих главных размеров (генеральных) имеются ряд других размеров. Например:

длина всех конструкций (расстояние между крайними точками сооружения вдоль дороги);

длина пролетных строений (сумма длин всех пролетов);

длина пролета (расстояние между осями соседних опор);

длина пролетного строения (размеры между крайними точками конструкции пролетного строения).

Следует отличать от этого размера расчетную длину пролетного строения (размер между точками опирания пролетного строения на опорные части).

Точки опирания отстоят от концов его на 30 см.

$L_{\text{пролетного строения}} = L_{\text{полн.}} - 60 \text{ см}$

Длина пролета в свету (расстояние между гранями опор в пролете).

Ширину моста составляют тротуары и габарит моста по ширине.

По высоте различают высоту пролетного строения (высота балки; фермы) и строительную высоту моста.

Строительная высота моста – расстояние от низа пролетного строения до отметки проезжей части.

Если ширина моста зависит от категории дороги, то его высота и длина полностью определяются теми препятствиями, над которыми проходит мост, т.е. шириной, глубиной и полноводностью реки, значимостью пересекаемых коммуникационных сооружений, размерами препятствий под эстакадой. Причем, если для путепровода и эстакады параметры пересекаемого препятствия практически не изменяются в течение срока службы сооружения, то для мостов уровень воды в реке, расположение пойм и русла меняются, поэтому, чтобы как-то предусмотреть возможные колебания этих параметров, выделяют несколько горизонтов воды (уровней), которые считаются предельными, неизменяемыми, и на них ориентируются – назначают длину и ширину моста.

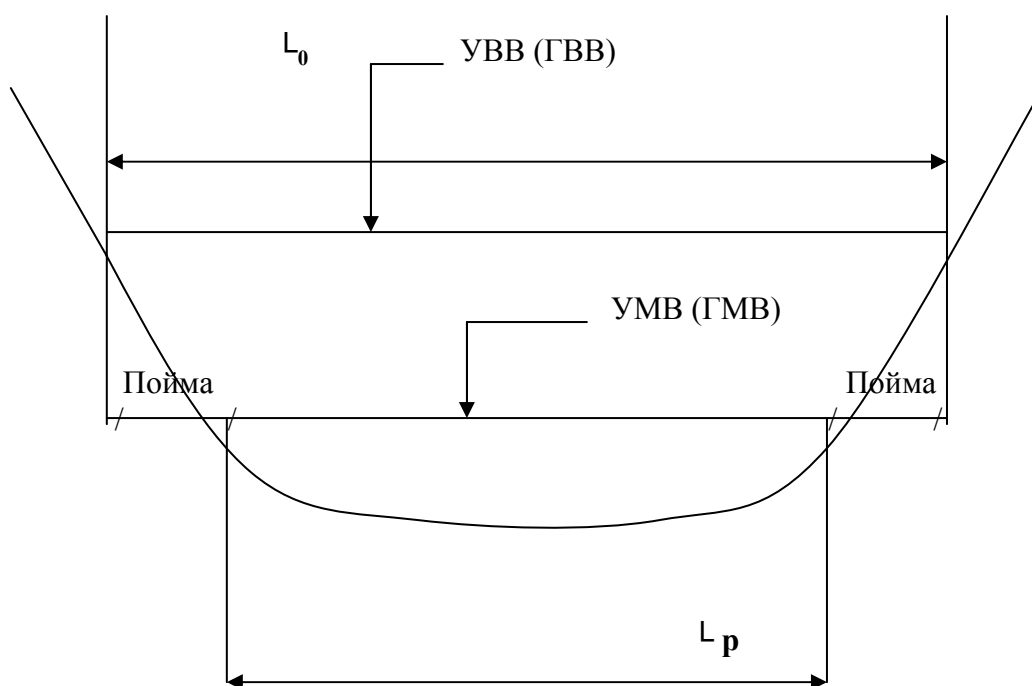
Например: мост не следует делать длиннее, чем максимальная ширина реки.

С другой стороны, уменьшать длину моста до минимальных значений, в результате чего очень уменьшается «живое» сечение реки также не допустимо – увеличивается подпор воды перед мостом, скорость течения и возможны размывы, разрушение мостовых конструкций.

При проектировании длину моста назначают поменьше, чем максимальная ширина реки, но больше, чем ширина русла, т.е. насыпи подходов моста, как правило, располагают на поймах. Это не очень сильно затрудняет течение воды, т.к. на поймах небольшая глубина, и сечение реки не очень уменьшается.

Во-вторых, течение в прибрежной зоне значительно меньше, чем в середине. Ширину реки и ширину русла принимают строго обоснованными результатами многолетних наблюдений или в результате статистической обработки.

На полученных размерах строятся все дальнейшие решения по длине и высоте моста, поэтому эти размеры, отложенные на живом сечении реки в виде горизонтальных линий, соед. берега реки носят наименование **горизонтов** или **уровней**.



Русло – наибольшая, глубокая часть реки, мало изменяемая по форме, расположению, где всегда находится вода.

Ширине русла L_p соответствует свой уровень воды в реке. Этот уровень, поскольку он перекрывает русло, практически не меняется за срок службы моста, он – наинизший уровень воды в реке, и его называют **уровнем (горизонтом) меженных вод**.

Максимальной ширине реки соответствует горизонт высоких вод. Если отклонение ГМВ от его расчетного принятого значения не сильно навредит конструкции моста, то увеличение уровня ГВВ крайне отрицательно скажется на состоянии моста и может привести к разрушению. Поэтому к определению ГВВ относятся очень тщательно и допускают его отклонение с вероятностью 1%.

Сечение реки, ограниченное сверху ГВВ, снизу – дном реки, называют **максимально возможным «живым» сечением**.

Размер по ширине реки, измеренный на уровне ГВВ, называют отверстием моста L_0 .

Расстояние по берегу реки от отметки русла до отметки отверстия моста называют **поймой**.

Любой мост должен пропустить максимальный расход воды в реке, т.е. низ пролетного строения должен быть выше ГВВ (см.СНиП).

Но при наличии судоходства надо пропустить и водный транспорт под мостом. Как правило, движение водного транспорта не предусмотрено при наинизшем ГМВ и наивысшем ГВВ уровня воды в реке. Поэтому при проектировании мостов назначают с ведома водоохраных служб наивысший уровень, при котором возможно судоходство под мостом.

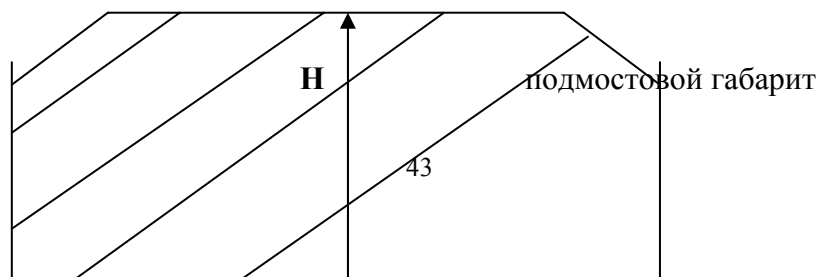
Этот уровень называют **расчетным судоходным горизонтом (РСГ)**.

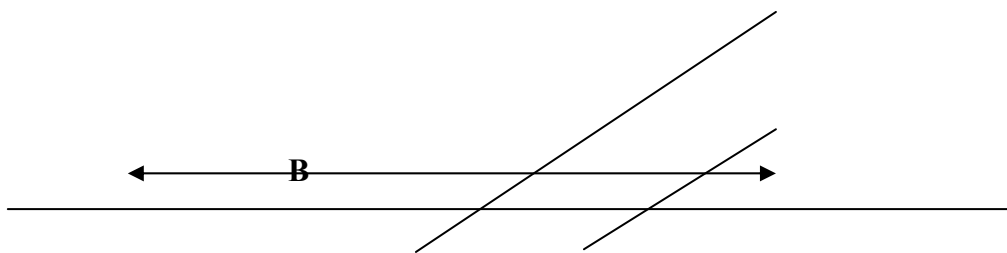
Различают также уровень высокого и низкого ледостава, который также влияет на процесс проектирования.

В путепроводах и эстакадах обеспечивают, как правило, только одну высоту под пролетным строением, чтобы пропустить транспорт и прочее.

***Тема: «Судоходные требования и подмостовые габариты.
Разбивка моста на пролеты. Габариты мостов.
Назначение длины, ширины, высоты мостов,
количества и длины пролетов, типов опор.
Схемы мостов и их варианты»***

Под мостом, путепроводом или эстакадой необходимо иметь пустое свободное пространство, предназначенное для пропуска водного транспорта, расчетных расходов воды, ледохода, автомобильного или железнодорожного транспорта, устройства каких-либо сооружений. Следовательно, под мостом необходимо иметь **подмостовой габарит** – как правило, свободное пространство в виде прямоугольника, куда не должны вдаваться никакие конструкции мостового сооружения. Размеры этого пространства (ширина и высота) определяются этим перекрываемым мостом препятствия.





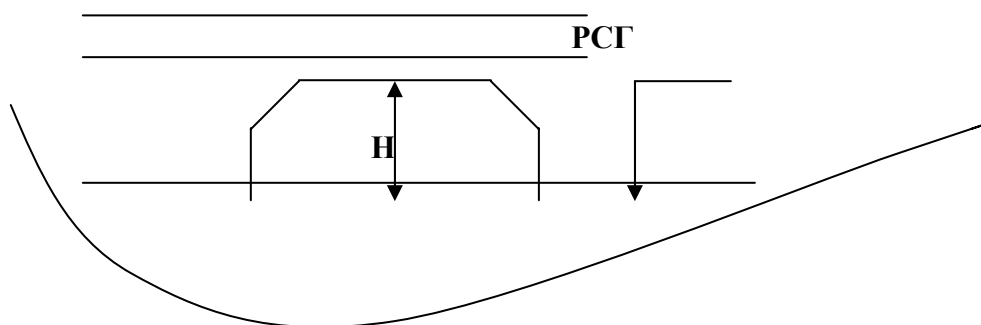
Высота и ширина подмостового габарита зависит:

- для эстакад – от размеров пересекаемого сооружения и препятствия (эти размеры не лимитированы);
- для путепроводов – от категории соответствующей автодороги или габарита приближения строения (для ж/д);
- для мостов – от класса водных путей.

Существует 7 классов водных путей (Волга – река I класса).

Для каждого класса реки существуют свои размеры габаритов моста.

Для путепроводов и эстакад расположение самого сооружения и расположение подмостового габарита под ним полностью определяется пересекаемым препятствием. А для мостов подмостовой габарит устраивают над наибольшей глубокой частью реки (в районе русла) и начиная с уровня РСГ.



Наличие суходных пролетов или пересекаемых сооружений с конкретными размерами вызывает необходимость устраивать над ними пролеты соответствующей длины и в необходимом количестве – 1, 2 и более.

Пролет меньше, чем ширина подмостового габарита делать нельзя. Если со стороны подмостового пространства особых требований не выдвигают, то длину и количество пролетов назначают, стараясь эффективно использовать материалы, чтобы была минимальная стоимость строительства.

Самое экономичное решение – одинаковая стоимость пролета и опоры.

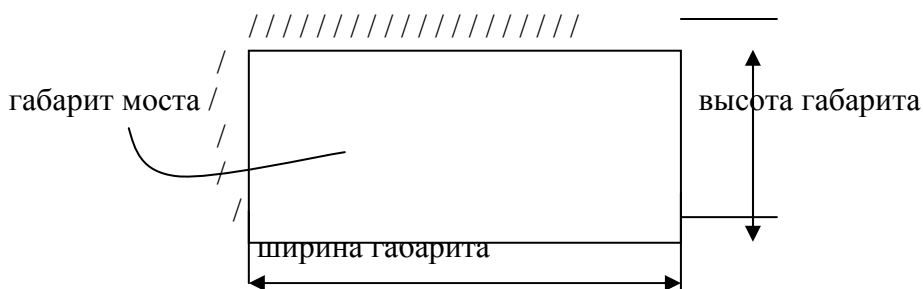
Количество и длина пролетов, а также полная длина мостового сооружения ни каким образом не влияют на ширину моста. Ширина моста, эстакады или путепровода определяется только дорогой, на которой они расположены, которая, в свою очередь, является техническим параметром, характеризующим ширину и количество полос движения. Например: для дороги третьей категории предусмотрено две полосы движения шириной 3,5 метра каждая, следовательно, для обеспечения проезда автомобильного транспорта по мосту, находящемуся на этой дороге, необходима его ширина как минимум 7 метров.

Однако мосты – это долговременные капитальные сооружения, строящиеся с перспективой развития автомобильных дорог, поэтому их, как правило, делают, с учетом развития транспорта, несколько шире, что позволяет, кроме создания дополнительной полосы движения, увеличить безопасность движения и обеспечить возможность ремонтов, а также пропуска транспорта при ДТП.

Учитывая все это, ширина мостов и высота проезда ограничена неким контуром, предназначенным для движущегося транспорта и пешеходов. Поскольку ширина тротуа-

ров не зависит от технической категории дороги, а определяется количеством пешеходов, то главным фактором в этом свободном пространстве является часть ширины моста, предназначенная для движения транспорта. И этот размер называют **шириной габарита**, т.е. это расстояние, предназначенное для движения транспорта, располагаемое поперек моста от одного ограждения на одной стороне до другого или до ограждения по оси. В этот размер не должны попадать никакие конструкции моста.

Высота, необходимая для движения транспорта, называется высотой габарита, поэтому габариты моста, т.е. пространство в поперечном сечении моста можно представлять схематично прямоугольником с размерами:



Фактически габарит моста поперечного очертания – многоугольник.

Приложение 1. СНиП

Размеры габарита (значение высоты и ширины) моста зависят только от категории дороги.

Габарит тротуаров определяется двумя размерами:

высота неизменна на любом сооружении – 2,5 м, а шириной задаются в зависимости от интенсивности движения пешеходов.

Высота габарита моста бывает двух размеров:

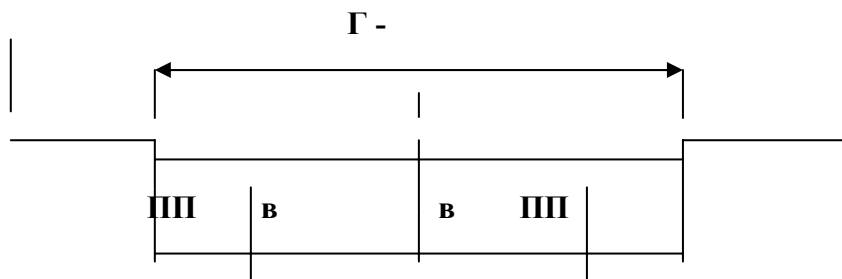
не менее 5 м – на дорогах общего пользования, на дорогах населенных пунктов;

на дорогах промышленных предприятий – не менее высоты транспортного средства, которое там двигается плюс 1 м, но все равно не менее 5 м. Если < 5 м – вешать знаки.

Высота проезда отсчитывается от самой высокой точки покрытия.

Второй размер габарита (ширина габарита) полностью зависит от числа и ширины полос движения. Этим вариантам достаточно много, поэтому этот размер обозначают буквой **Г** и после указывают размер - **8 (Г-8)** (Ширина габарита моста – 8 м).

В свою очередь этот размер габарита содержит информацию и о длине, и о ширине моста, размерах (запасах), называемых предохранительными или защитными полосами. В местах с ездой поверху в размер ширины габарита входят:



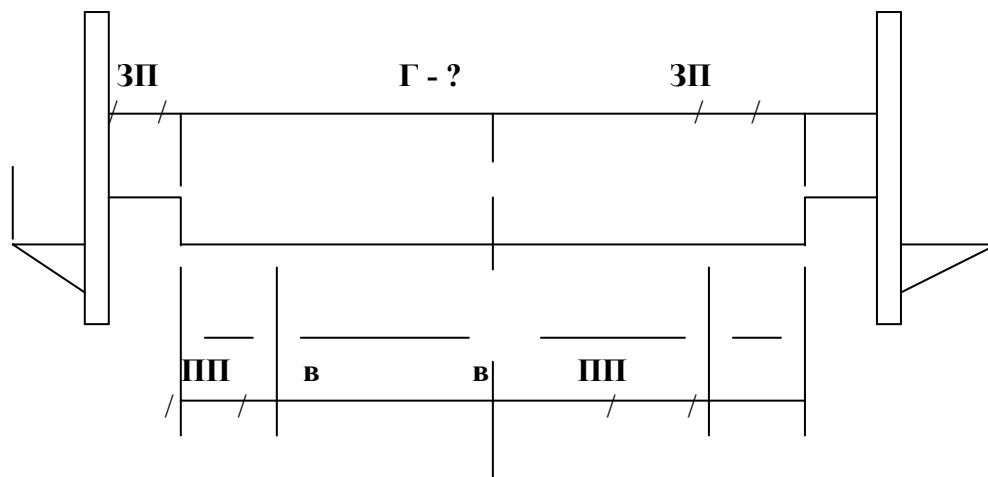
Г - ширина габарита

В - ширина полосы движения

ПП - предохранительная полоса

(ПБ – полоса безопасности)

В мостах с ездой понизу необходимо обеспечить защиту несущих конструкций пролетного строения от движущегося транспорта, поэтому между проемом габарита и пролетными строениями создается некоторый запас (пространство) – ЗП (защитная полоса):



ЗП = 0,5 м (для деревянных – 0,25)

Следовательно, мосты с ездой понизу всегда шире мостов с ездой поверху за счет наличия двух ЗП и толщины пролетного строения. Но зато мост с ездой понизу имеет всегда меньшую строительную высоту.

Таким образом и создаются конкурирующие варианты

1 вариант **Мост с ездой понизу.**

Ширина моста наибольшая, но строительная высота минимальная, отсюда отметка ПЧ самая низкая, а насыпи подходов короткие и низкие.

2 вариант **Мост с ездой поверху**

Ширина моста наименьшая, но отметка ПЧ значительно больше предыдущего варианта (строительная высота большая), отсюда насыпи подходов наибольшие и высокие.

Конкретные размеры **в** и **ПП** зависят от категории дороги.

- Приложение 1 СНиП

Категория I

$G = (9,5 + C + 9,5)$

Четырехрядное движение – в каждом направлении 2 ряда, поэтому 9,5 в одном направлении складывается из одной полосы безопасности шириной 2 м и двух полос движения 3,75 м.

C – ширина разделительной полосы.

Категория II

$G = 11,5$

11,5 складывается из двух полос безопасности по 2 метра каждая (с внешней стороны габарита по одной полосе) и двух рядов движения.

Категория III

$G = 10$

$10 = 2 \cdot (1,5 + 3,5)$

Категория IV

$G = 8$

$8 = 2 \cdot (1+3)$

Категория V

Г – 6,5

$$6,5 = 2 \cdot 1 + 4,5$$

Ширина тротуаров зависит от интенсивности движения пешеходов в час пик. Ее назначают равной 1 м при интенсивности движения 1500 человек в час. При большей интенсивности для каждой из этих 1500 добавляют еще полосу движения, но по 0,75 м, причем первая полоса принимается тоже 0,75 м.

Таким образом, ширина тротуара может быть:

однорядной – 1 м

двухрядной - 1,5 м

- 2,25 м

- 3 м

.....

Для мостов, расположенных в населенных пунктах, минимальная ширина тротуаров 1,5 м. Ширина мостов определяется простым суммированием габаритов моста и тротуара, т.е.

$$B = 2 \cdot T + G$$

T – ширина тротуара

$$B = 2 \cdot ЗП + 2 \cdot \Delta$$

Δ – толщина фермы

В настоящее время практически всегда и везде между тротуарами и проезжей частью устанавливают ограждения, поэтому при их наличии в ширину моста входит и их размер. Если размеры моста в поперечном сечении определяются его габаритом и подмостовым габаритом, то длина всецело зависит от размеров пересекаемого препятствия.

Для уменьшения стоимости строительства ремонта и эксплуатации инженерное сооружение стремятся выполнить с минимальной длиной, соблюдая определенные запасы на возможные при эксплуатации изменения:

- ширины реки;

- интенсивности движения под путепроводом.

Наиболее непредсказуемым является изменение гидрологического режима реки, потому что это связано с природными факторами, а изменение длины путепровода или его подмостовых габаритов полностью зависит от человека.

Стремясь назначить длину мостов наименьшей, надо сохранять минимально необходимое отверстие моста, не допускать чрезмерных разрывов русла и поймы. Поэтому при проектировании мостовых сооружений их располагают на равных и прямых участках русла перпендикулярно течению реки.

Длина моста – часть сооружения, заменяющая насыпь. Она может быть перекрыта полностью одним или несколькими пролетами, причем пролеты могут иметь одинаковую или разную длину, но всегда короткие пролеты располагают на поймах, более длинные – над руслом, т.к. в русле наибольшая глубина, и устраивать там опоры часто затруднительно. Кроме того, при наличии судоходства количество и длина пролетов должны соответствовать судоходным требованиям.

Материал и конструкции пролетов определяются, как правило, их длиной.

Самые длинные пролеты (до 2 км) имеют мосты (подвесные системы) – самые сложные по способу проектирования, расчету, строительству, эксплуатации.

Опоры, поддерживающие пролеты, подразделяют на береговые и промежуточные. Береговые есть всегда, а промежуточных может и не быть.

Конструкцию опор всецело определяют только длиной пролета и высотой моста. Кроме того, на нее влияет наличие или отсутствие судоходства, ледовый режим.

Длина пролета дает нагрузку на опору, высота – определяет устойчивость опоры. При наличии судоходства опора должна выдерживать навал судов. Ледовая нагрузка создает значительные горизонтальные усилия.

Устои, кроме перечисленных нагрузок и воздействий должны воспринимать нагрузку от насыпи. Поэтому необсыпные устои, как правило, массивные, а обсыпные устои имеют облегченные конструкции.

Варианты проектирования

Предусматривает назначение конкурентоспособности решений с последующим их рассмотрением с точки зрения их целесообразности и эффективности. Выбирают, как правило, наиболее экономичный вариант, но не всегда. Никогда не рассматривают только один вариант.

Вариант проектирования преследует своей целью рассмотреть возможность технического решения инженерного сооружения при наиболее реальных условиях:

1. Простота конструкции.
2. Возможность быстрого и эффективного строительства.
3. Отсутствие затруднений при эксплуатации и способность к нормальной эксплуатации в течение своего срока службы без необходимой реконструкции.

Кроме этих главных целей, рассматриваются и другие решения, способные снизить стоимость строительства и эксплуатации сооружений. Например, наличие у мостостроительной организации машин и механизмов, предусмотренных в проекте для строительства данного сооружения.

Тема: Трубы на автодорогах

Это простейшие и наиболее часто встречающиеся инженерные сооружения на дорогах. Их устраивают для пропуска небольших водотоков (временных и постоянных) сквозь тело насыпи, не разрывая конструкцию земельного полотна.

В отличие от мостов, путепроводов и прочих сооружений, движение транспорта и пешеходов над трубой осуществляется по проезжей части, по дорожной одежде, по земельному полотну автодороги, а не по конструкциям. Это искусственные инженерные сооружения. Для обеспечения этого условия труба должна быть заглублена в тело насыпи так, чтобы над верхом трубы и до низа дорожной одежды находился грунт земельного полотна (от 0,5 м). При этом конструкция трубы испытывает нагрузки и воздействия от проходящего транспорта, но только от транспорта. И они в значительной мере рассеяны (уменьшены) за счет грунта, находящегося над трубой.

Наряду с вертикальными нагрузками от транспорта и собственного веса грунта земельного полотна, трубы испытывают и значительные горизонтальные нагрузки – от транспорта и от собственного веса грунта. Поэтому наиболее оптимальной конструкцией являются круглые железобетонные трубы. Но такие сечения не очень эффективны для пропуска воды. По эффективности самые лучшие – прямоугольные, но они требуют хорошего армирования.

Кроме железобетона, применяют бетон, камень и металл, как в отдельности, так и в виде совместных конструкций. В последнее время широко применяются гофрированные трубы.

Трубы не всегда работают на пропуск максимально возможных расходов, за срок службы его может и не состояться.

Трубы – менее ответственные сооружения, чем мосты, поэтому вероятность превышения максимальных расходов для труб принято 2% (1 раз в 50 лет).

Пропуская воду, труба, как правило, работает не полным сечением. В зависимости от этого условия, трубы по режиму истечения в них жидкости делятся на 3 наименования: **безнапорный режим, полунанпорный и напорный режим.**

Режим выбирают в зависимости от возможности и частоты пропуска максимальных расходов воды. Чем регулярнее и максимальнее пропуск воды через трубу, тем ближе режим должен быть к безнапорному.

На режим истечения жидкости очень сильно влияет форма отверстия, куда попадает жидкость – форма оголовка. При больших расходах оголовки стараются сделать обтекаемыми, различают их по названию.

Портальный – боковая поверхность, и в ней есть отверстие (для безнапорного режима) – не обтекаемый.

Раструбные и воротниковые – плавный переход к отверстию трубы (обтекаемые)

Раструб – труба переменного сечения

Размеры поперечного сечения трубы устанавливают такими, чтобы она смогла пропустить рассчитанные максимальные расходы. При этом следует иметь в виду одну особенность трубы – это узкие и длинные водопропускные сооружения и при небольшой скорости течения воды возможно их заиливание. Чтобы не было заиливания, выполняют следующие мероприятия:

1. Уклон трубы должен быть максимально большим из возможных вариантов.
2. Размер в свету труб (диаметр круглых труб или высота прямоугольных) должен быть больше, чем предусматривает сечение для пропуска максимальных расходов.

3. Диаметр круглой или высота прямоугольной трубы назначаются тем больше, чем длиннее трубы (п. 1.13 СНиП).

1 м – минимум при длине трубы до 20 м.

1,25 и выше – при длине более 20 м.

На дорогах ниже II категории допускается:

1 м и более – до 30 м;

0,75 м и выше – до 15 м;

0,5 м – при устройстве трубы на съездах и уклоне 10% и более и наличие ограждений на входе.

Конструкцию труб рассчитывают на нагрузки и воздействия, как и прочие сооружения.

Основные требования, выполняемые при проектировании мостов и труб

1. Их расположение, унификация пролетных строений и отдельная конструкция элементов.

Части моста – пролеты строения, опоры, фундаменты.

2. Деформации, перемещения, продольные и поперечные профили, мостовое полотно, водоотвод, сопряжение с насыпями подходов.

Кроме конкретных, присущих только данному объекту особенностей, все инженерные сооружения обладают рядом одинаковых типичных признаков, что позволяет значительно облегчить процесс проектирования, используя ряд оптимальных, выверенных опытом технических решений, которые во многом отражены в строительных нормах и правилах.

Мостовые сооружения очень сложные, дорогостоящие, ответственные конструкции, поэтому, в первую очередь, при их проектировании стремятся обосновать необходимость и возможность их сооружения, выбрать рациональное место расположения и т.д.

Если для транспортных эстакад и путепроводов расположение сооружения диктуется расположением пересекаемых препятствий, то для мостов есть определенные границы, в пределах которых можно установить мостовые сооружения (новые мостовые сооружения): для минимальной длины и минимальной стоимости мост должен быть коротким, а следовательно, расположен перпендикулярно течению воды.

Для исключения размывов грунта у опор, опоры должны располагаться так, чтобы не стесняли поток (боковые грани параллельно потоку).

Сам мостовой переход желательно располагать на прямых участках русла. Допускается отклонение от прямой – до 10^0 . Вызванное строительством моста увеличение скорости течения должно быть в определенных пределах (п.1-5 СНиПа*).

При скорости течения (в естественных условиях) до 2 м/сек. скорость может возрасти на 20% и более. При скорости 2,4 м/сек – не более 10%. Допускается увеличение, иначе будут размывы.

При выборе длины моста необходимо предусматривать установку типовых, ранее разработанных, проверенных конструкций.

СниП 2-05-03 84*, п.1.69 в качестве типовых размеров рекомендует следующие:

3, 6, 9 24 м;

33, 42 м;

далее – через 21 м.

Указанные размеры применяют в качестве полной длины пролетных строений (до 42 м включительно – для железобетонных; до 33 м – из любых других материалов; во всех остальных случаях, а также для пролетных строений со сквозными фермами к приведенным размерам должны соответствовать расчетные пролеты.

Указанные размеры не всегда соблюдаются. Отступление от этих размеров существует в нескольких случаях:

1. Строительство рядом с существующим новым моста.
2. При расположении мостовых сооружений на кривых в плане.
3. При устройстве путепроводов и эстакад с фиксированным расположением препятствий (здания, сооружения, ж/д пути).
4. Для деревянных мостов длиной пролета менее 9м.
5. Отдельные пролеты мостов сложных систем.

Деформации и перемещения

Транспортные сооружения предназначены для достаточно быстрого передвижения автомобилей. Для этого поверхность проезжей части делают ровной, без резких изменений траектории движения.

Мостовые сооружения, являясь частью транспортного сооружения – автомобильной дороги, не должны выпадать из общей направленности дороги. Водитель не должен различать, где он едет. Условия движения не должны отличаться. Для этого при проектировании и эксплуатации мостов предусматривают некоторые границы, в пределах которых возможны деформации и перемещения частей и элементов сооружения.

Деформация – это изменение формы, размеров.

Перемещение – изменение положения в пространстве, отклонение от первоначального положения.

Для транспортных сооружений главным является сохранение возможности проезда по ним транспорта без неприятных ощущений. Поэтому для них практически не даются конкретные существенные значения деформации и перемещения. Они зависят от размеров сооружения, скорости движения, схемы сооружения и прочего.

В мостах, путепроводах и эстакадах следует обеспечить плавность передвижения транспорта по пролетным строениям и неизменность положения конструкции. Поскольку минимальные размеры сооружения оказывают значительное влияние на перемещение и деформации. То для этих сооружений приняты следующие основные пределы:

1. прогиб конструкций не должен превышать $(1/400) \cdot l$

$$f \leq (1/400) \cdot l$$

l - длина конструкции

Для конструкций из дерева максимальный прогиб может быть увеличен в 2 раза.

$$f \leq (1/200) \cdot l$$

2. изменение продольного профиля (появление дополнительных углов перелома), вызванное неравномерной осадкой опор, не должно превышать 2 промила

3. Фактические деформации и перемещения не должны вызывать падения пролетных строений с опор, поэтому верх опор делают с некоторым запасом (см. п.3.180).

Для мостовых сооружений так же, как и для дорог нормируют параметры поперечных и продольных профилей.

Поперечный профиль устраивают односкатным или двускатным для отвода воды в поперечном направлении и безопасного движения транспорта.

Если для дорог и обочин значение поперечного уклона зависит от типа покрытия, для мостовых конструкций все покрытия одинаковы, поэтому уклон поперечный одинаковый (20‰).

Продольный уклон назначают так же, как и для участков автомобильных дорог (категория дороги), но мосты, путепроводы и эстакады – это высокие протяженные конструкции, которые, в принципе, нельзя объехать; задержка движения приводит к большому неудобству. При аварии возможны тяжелые ситуации, вплоть до падения моста. В связи с этим продольные уклоны для некоторых мостов смягчают:

большой автодорожный мост может иметь максимальный продольный уклон 30‰;

для городских мостов максимальный продольный уклон - 40‰;

для деревянных мостов или мостов, имеющих деревянную проезжую часть - 20‰ (очень низкий коэффициент сцепления);

в местностях, где возможно частое обледенение дорог также рекомендовано для всех мостов - 20‰.

Для всех мостов минимальное значение продольного уклона, как правило, следует принимать 5‰ для обеспечения продольного водоотвода.

Мостовое полотно

Создает безопасное условие для движения транспорта и иллюзию движения по автомобильной дороге.

Для этого мостовое полотно имеет следующие элементы:

- проезжая часть;

- тротуары

создают пространство для движения транспорта и пешеходов по аналогии с земельным полотном

- Ограждающие устройства (1 гр. – для транспорта

2 гр. – для пешеходов – перила, сетки)

- Переходные плиты

- Деформирующие швы

- Освещение

- Знаки и разметка

Проезжая часть мостовых конструкций предназначена для движения транспорта и по ширине занимает расстояние между тротуарами. В проезжую часть входят полосы движения и полосы безопасности. Поскольку эти ряды предназначены для движения транспорта, они имеют одинаковую конструкцию. Но сама конструкция имеет варианты. Эта конструкция зависит от пролета строения.

Из всего множества конструкций можно выделить 3 вида проезжей части:

- железобетонная;
- металлическая;
- деревянная

Каждая из этих проезжих частей имеет 2 варианта.

1. Железобетонная проезжая часть

Образована железобетонными плитами, балками и прочими конструкциями, образующими сплошную поверхность, на которой можно уложить ездовое полотно.

Ж/б плиты, полки двутавровых или тавровых балок.

Эту проезжую часть, представляющую собой, как правило, плиту, так и называют «плита проезжей части».

Плиту проезжей части из железобетона обязательно закрывают ездовым полотном, представляющим собой многослойную конструкцию, имеющую 2 конструктивных варианта:

1 вариант – снизу вверх:

- проезжая часть

На нее укладывают трехсантиметровый выравнивающий слой из пескобетона. Выравнивающий слой устраивают по необходимости. На этот ровный слой наклеивают слой гидроизоляции.

Для гидроизоляции в настоящее время применяются прорезиненные материалы, имеющие слой клеящих веществ. Их укладывают после нагрева и расплавляют по небольшой толщине части этого материала, прижимая к поверхности части выравнивающего слоя.

На гидроизоляцию укладывают (2 способа):

<p>Слой из железобетона толщиной не менее 4 см, армированный металлической сеткой. На этот защитный слой укладывают покрытие из асфальтобетона. Этот слой двухслойный – не менее 7 см. Общая толщина составляет не менее 15 см.</p>	<p>Слой железобетона толщиной не менее 8 см, армированный металлической сеткой, служащий одновременно и защитным слоем, и покрытием. Общая толщина не менее 12 см.</p>
---	--

Вид покрытия в основном соответствует покрытию на прилегающем участке дороги. Этой многослойной конструкцией перекрывают всю ширину моста над проезжей частью – от тротуара до тротуара.

На тротуарах необходимости в устройстве защитного слоя нет, поэтому для минимального собственного веса толщину слоев на тротуарах устраивают минимальной. Или для готовых блоков для тротуара покрытия можно не делать.

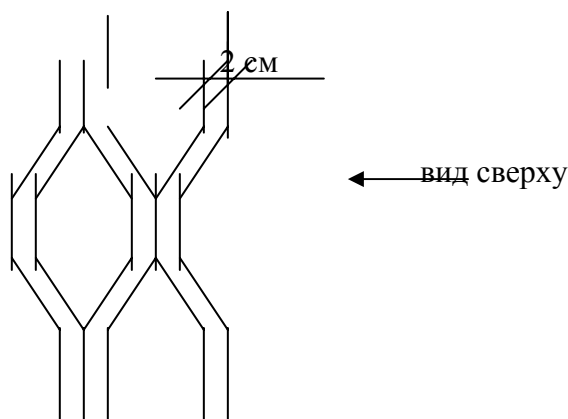
Для сталежелезобетонных мостов, имеющих монолитную железобетонную плиту, защитный слой не устраивают, устраивая поверхность железобетонной плиты ровной и гладкой.

2. Металлическая проезжая часть – различают 2 вида:

- металлический мост сверху, по которому движется транспорт, и под этим мостом ребра жесткости из различного металлического профиля. Эта проезжая часть опирается на пролетное строение. В ней отсутствуют конструктивные слои, т.е. она ровная и гладкая, прочная; чтобы обеспечить необходимое сцепление, делают засечки.

В последнее время получило распространение металлическая проезжая часть в виде корытообразного профиля, который укладывается асфальтобетоном (мост через Тверцу).

- металлическая артогровая плита (хорошая прочность, жесткость), устраивают без покрытия.



3. Деревянная проезжая часть

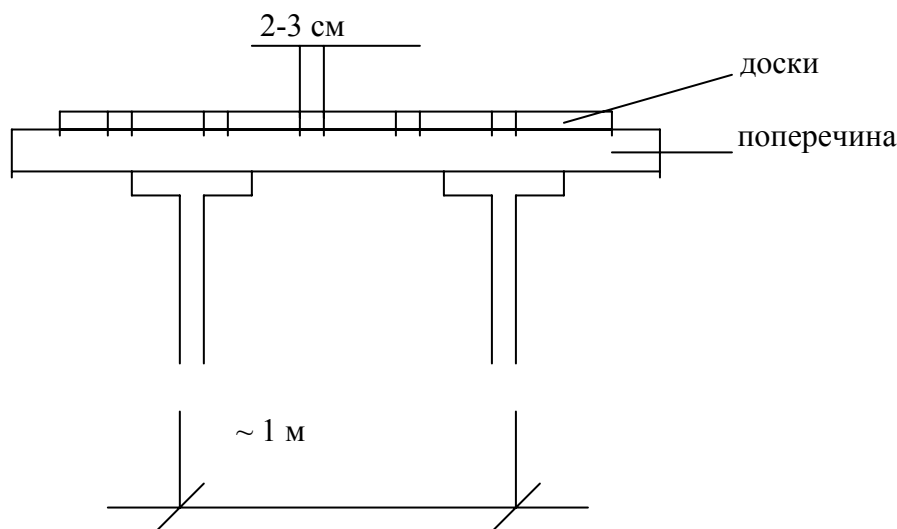
Часто применяется для временных сооружений, достаточно легкая.

Недостатки: самая низкая прочность, малая износостойчивость, способность к возгоранию и недолговечность из-за загнивания.

Можно применять на любом, по материалу, пролетном строении.

Различают 2 вида:

- на пролетном строении укладывают поперечины, которые уменьшают возможный пролет досок проезжей части.

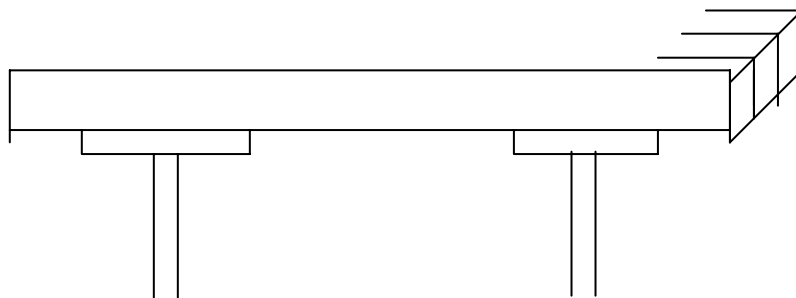


Чтобы предотвратить эти доски от прямого механического действия транспорта еще одним слоем досок (слой износа), эти доски можно укладывать как угодно относительно моста.

Такая конструкция из лежащих двух слоев досок называют **двойным досчатым настилом**.

Чтобы проветривать нижний настил, доски укладывают 2-3 см (зазор). Верхний слой износа на нагрузку не учитывают.

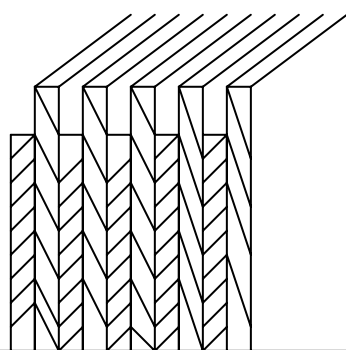
Работа досок, лежащих под нагрузкой, сопровождается большими деформациями. Поэтому для обеспечения жесткости и увеличения пролета доски применяется конструкция проезжей части, где доски стоят вертикально на ребре, вплотную друг к другу, скрепленные клеем и (или) гвоздями.



Такая конструкция, изготавливаемая чаще всего в заводских условиях отдельными блоками шириной около 1 м, длиной около 2 м, называется **деревоплитой**.

Доски пропитываются антисептиками, поэтому они не горят, тонут.

Повышенная жесткость деревоплиты позволяет закрыть ее поверхность слоем асфальтобетона, чтобы обеспечить ровность и плавность проезда и защиту деревоплиты от механического воздействия колеса. Но для лучшего сцепления досок с асфальтобетонным покрытием доски применяют разной ширины.



С внешней стороны любой проезжей части находятся тротуары или служебные проходы, по которым организовано могут двигаться пешеходы. Тротуары по всей длине моста должны иметь одинаковую ширину, одинаковую отметку по высоте, равную поверхности и огражденные с внешней стороны перилами ($h \geq 1,1$ м), а с внутренней стороны (от проезжей части) – ограждениями.

Тротуары могут располагаться двумя способами:

- непосредственно на пролетном строении, в одной плоскости с проезжей частью;
- на специальных отдельных тротуарных блоках, устанавливаемых на пролетном строении.

Край блоков с внешней стороны может свисать, а может находиться в одном уровне.

Перила могут быть из любого материала. Если применяются деревянные стойки перил, то довольно часто их с внешней стороны подкрепляют раскосами. Толщина асфальтобетонного покрытия на тротуарах – 4 см (п.1.64).

Ограждение на мостовых конструкциях устраивают, как для безопасного движения транспорта и пешеходов, так и для безопасности конструкции самих мостовых сооружений.

Мощность и высота ограждений зависит от категории дороги. Конструкция ограждений зависит от параметров месторасположения мостовой конструкции. Назначают в соответствии со СНиП.

Ограждения по СНиПу подразделяются на 2 типа: **металлические барьерные и парапетные**. Это подразделение по конструкции.

Металлические барьерные ограждения представляют собой ряд стоек с прикрепленными к ним металлическими планками криволинейного профиля. Эти ограждения непрерывно совершенствуются с точки зрения безопасности.

Парапетные ограждения представляют собой каменную, кирпичную, бетонную, железобетонную стенку с вертикальной, наклонной или криволинейной поверхностью, обращенной в сторону проезда транспорта.

Высота ограждений зависит от категории и вида сооружения

75 см	I-III категории в городах,
0,6 м	в поселках и населенных пунктах, IV, V
0,5 м	деревянный отбойный брус

Кроме такого подразделения, ограждения подразделяются на типы и виды по безопасности.

Ограждения 1 типа

Предназначены для транспорта.

Ограждения 2 группы – для пешеходов (перила и прочие барьеры, сетки).

Ограждения 1 группы в свою очередь подразделяются на 2 вида:

- направляющие;
- останавливающие

Направляющие – предотвращающие выезд за пределы земляного полотна, встречной полосы.

Останавливающие – препятствующие наезду на опорные предметы (опоры путепроводов).

К направляющим относятся металлические барьеры, парапеты, колесоотбойный брус.

К останавливающим – любые сооружения, позволяющие достаточно мягко останавливать движение автомобиля (емкости, заполненной водой, резиновые колеса).

Высота ограждений (от поверхности покрытия до верхней грани). Между тротуаром и проезжей частью ограждения устанавливают всегда, а на разделительной полосе – в случаях, если:

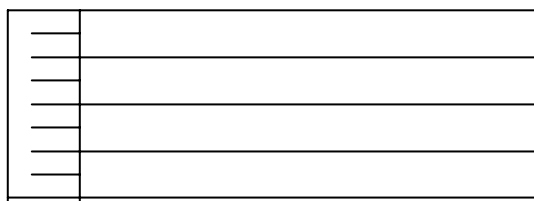
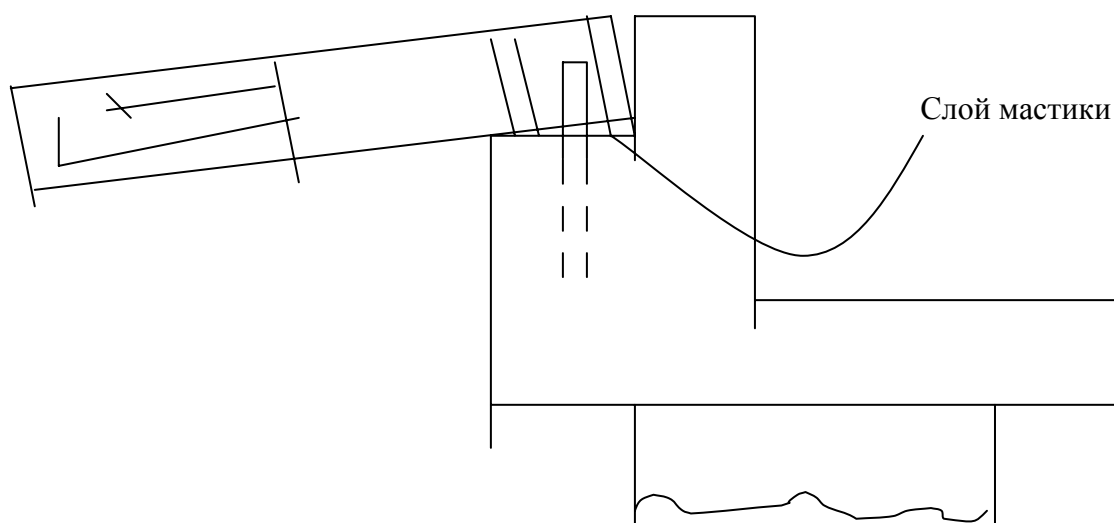
- ограждение имеется на разделительной полосе при подходе;
- на разделительной полосе имеются сооружения;
- конструкция разделительной полосы не рассчитана на выезд транспорта.

- в случае, если ограждений нет перед мостовым сооружением, или они не совпадают по своей траектории. Ограждения на длине 18 м продолжают за и перед мостовым сооружением.

Изменение траектории осуществляется через 6 м после моста. Крутизна отклонения не больше 1 к 20.

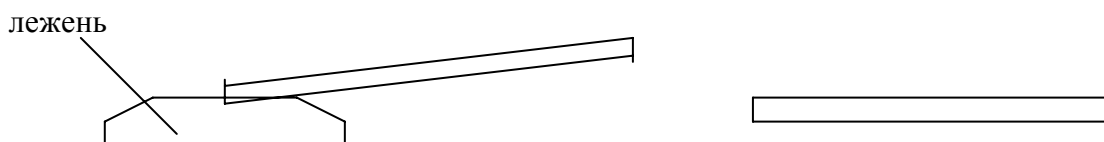
Переходные плиты предназначены для плавной передачи нагрузки от движения транспорта на искусственное сооружение при въезде на мост и с моста. Эти плиты представляют собой горизонтальные, а чаще наклонные железобетонные плиты, опирающиеся одним концом на заднюю грань устоя, а вторым – на насыпь подхода. Иногда под концами плит, лежащих в насыпи, делают фундамент, но чаще плиты опираются на насыпь всей своей нижней плоскостью, а при этом концы плит, находящихся в насыпи, моноличивают.

Для предотвращения падения плит с устоя их фиксируют на устое металлическими штырями через отверстие.



Плиты имеют размеры до 2 м ширины
2-8 м длины

Плиты хорошо армированы.



Деформационные швы устраивают для ликвидации усилий, вызываемых температурным воздействием.

Конструкция пролетного строения значительна по длине и ширине, быстрее, чем земельное полотно и прогревается, и промерзает. Это приводит к значительному изменению их размеров. И если конструкция заземлена (нет температурных разрывов), то при высокой температуре конструкции расширяться будет некуда, и возникнут усилия. Или при отрицательной температуре конструкция укорачивается, возникает усилие растяжения, и конструкцию может разорвать.

В связи с этим пролетное строение по длине организовано «рвут», оставляя между торцами конструкции промежутки, который не дает соприкоснуться с соседней конструкцией при расширении. Или дают свободно уменьшаться по длине при отрицательной температуре.

Но для нормальной эксплуатации необходимо эти разрывы в пролетном строении закрыть для плавного проезда колеса над швом и чтобы внутрь разрывов не попадала грязь, вода.

Конструкционные разрывы между пролетами с соответствующим заполнением называются **деформационным швом**.

По наличию над швом покрытия **деформационные швы** разделяются на два вида: **открытые** и **закрытые**.

п. 1.66 СНиП

Открытые швы – при цементно-бетонном покрытии.

Закрытые швы – асфальтобетонное покрытие.

(на дорогах I-III категорий при перемещении в шве - не более 5 мм; а также на дорогах более низких категорий при перемещении – до 10 мм).

Внутри деформационного шва помещают различные конструкции, но главный признак – отсутствие способности к коррозии, не пропускает воду.

В настоящее время применяются совмещенные дорожные конструкции из резины и цветных металлов. Минимальная толщина зазора – 5 см.

Кроме того, существуют деформационные швы для больших пролетов, имеющие большие перемещения.

1 вариант – 2 металлических моста, перекрывающих друг друга и скользящих.

2 вариант – гребенка.

Перемещение в деформационном шве определяется по формуле:

$$\Delta = 10^{-5} \cdot \sum l_i \cdot (t_1 - t_2)$$

где: 10^{-5} - коэффициент темпер. линейного расширения для металлов и железобетонных конструкций

$\sum l_i$ - суммарная длина конструкции, для которой определено перемещение

t_1 - max t

t_2 - min t

t_1 и t_2 - по СНиПу, п.2.27 «Нагрузки и воздействия».

Освещение желательно устраивать на всех инженерных сооружениях, т.к. они являются узкими огражденными местами, но для экономии средств на малых мостах освеще-

щение можно не предусматривать. Для остальных инженерных сооружений в населенных пунктах – любое, на автодорогах больших и средних надо делать освещение.

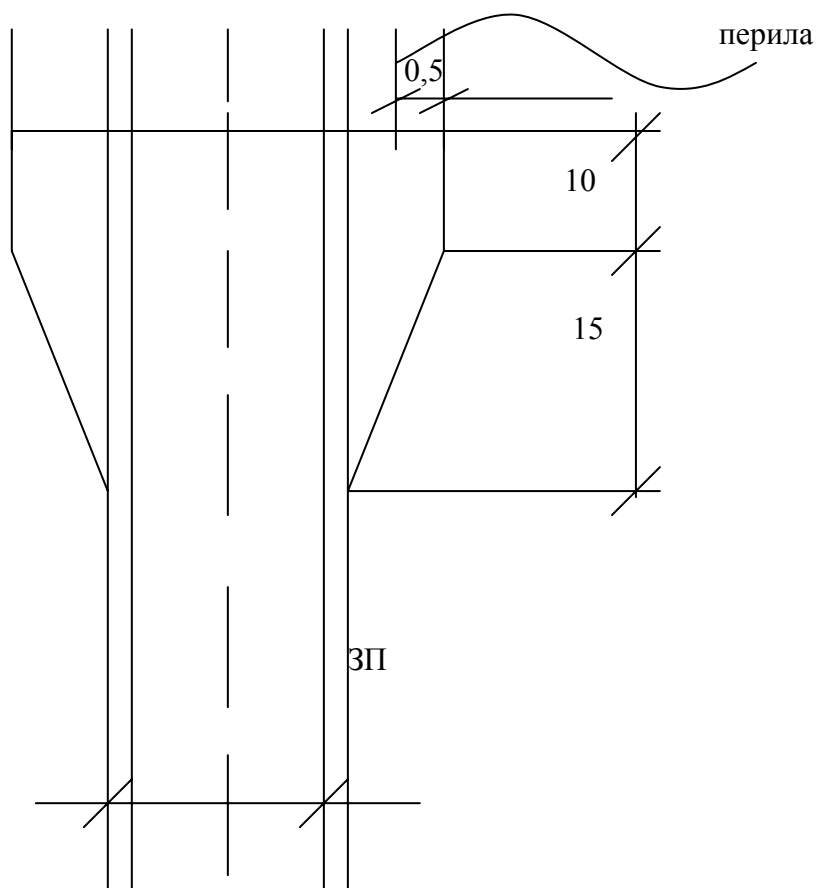
Для инженерных сооружений не предусматривается никаких специальных знаков, кроме «падение с набережной».

На проезжей части – горизонтальная разметка. На столбах, фонарях – вертикальная разметка.

Мост прерывает земляное полотно насыпи и при этом резко изменяет условия движения. Поэтому существует ряд конкретных мер по длительной и безопасной эксплуатации.

1. При сопряжении моста с насыпью ее уширяют на протяжении 10 м от задней грани на ширину не менее, чем по 0,5 м с каждой стороны, но не менее расстояния между перилами.

Переход от уширенной части насыпи к обычной ширине земельного полотна производят на расстоянии 15-25 м.



Уширение производят для безопасности перехода людей с моста на обочину и обратно. (п.1.67).

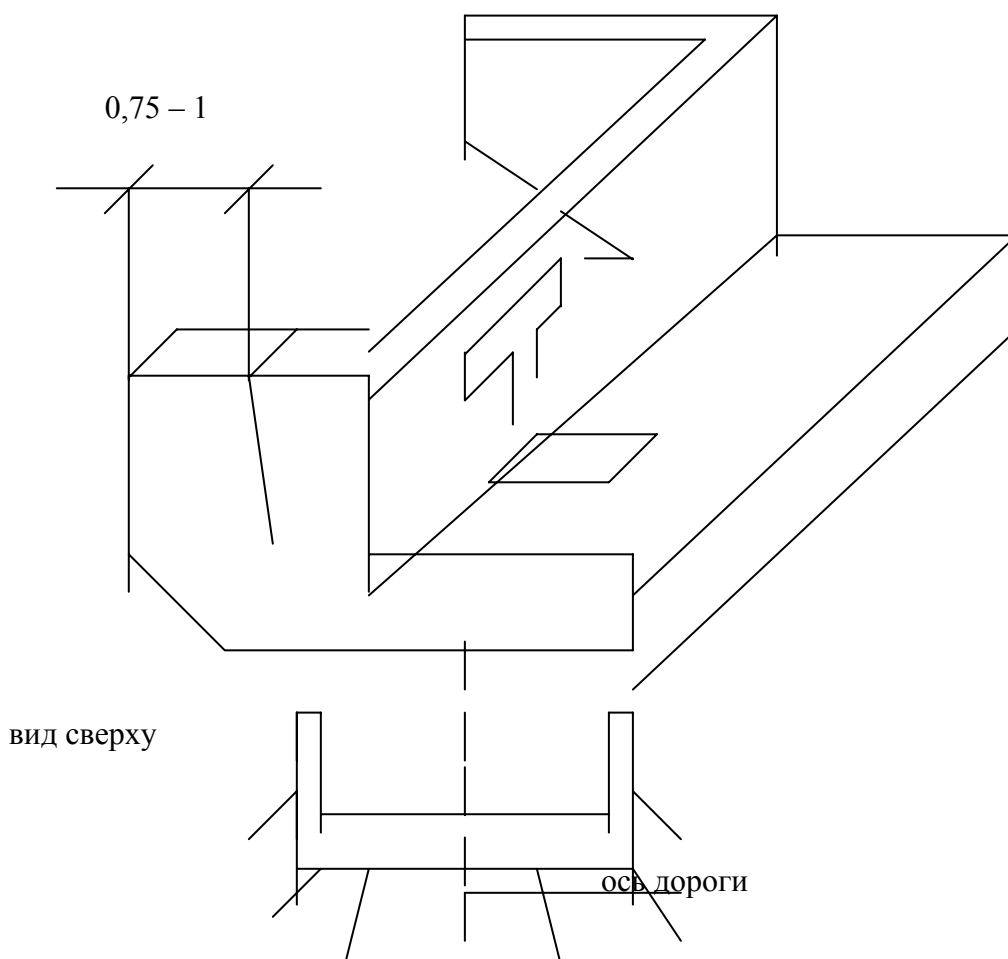
Кроме обеспечения перехода пешеходов, уширение уменьшает возможность разрушения насыпи в месте сопряжения. Для устойчивости насыпи и конуса насыпи предусмотрен еще ряд мер.

2. Установка переходных плит, которые опираются на устой, а вторым концом заделаны в насыпь. Это позволяет плавно передать нагрузку при въезде (съезде) транспорта на мост.

Длина плит от 2 до 8 м; укладываются по всей ширине моста. Концы плит объединены – омоноличены, установлены на фундамент (лежень).

3. Для предотвращения горизонтального перемещения грунта насыпи в бок у задней грани устоя установлены перегородки (крылья), которые входят в насыпь: не менее чем на 0,75 м – при высоте насыпи до 6 м; не менее чем на 1 м – при высоте насыпи более 6 м.

Вхождение крыльев должно быть с учетом осадок земельного полотна.

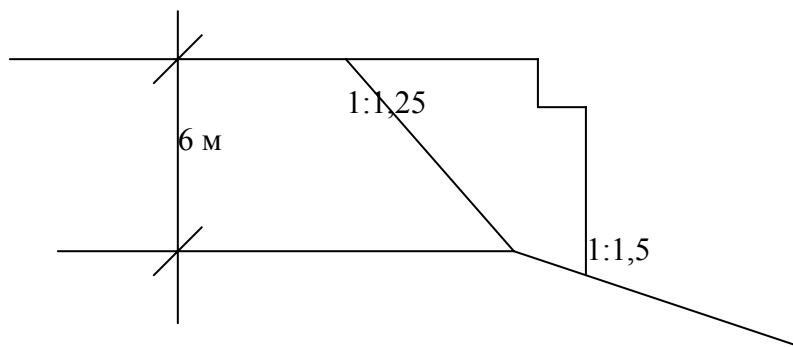


4. Крутизна откосов конуса насыпи не должна превышать:

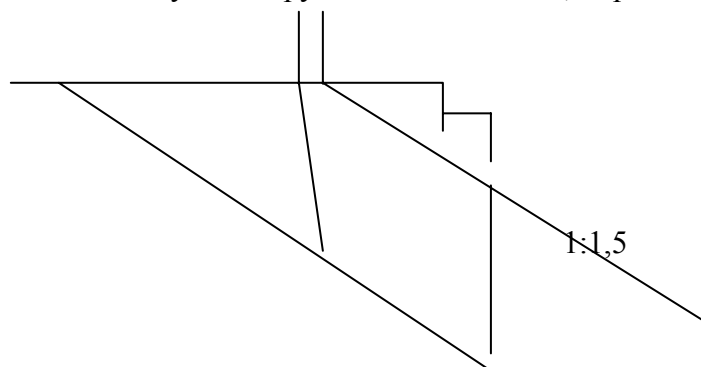
- 1 : 1,25 – на первые 6 м, считая от ПЧ вниз

- 1 : 1,5 - на следующие 6 м

(это требование для необсыпных устоев)

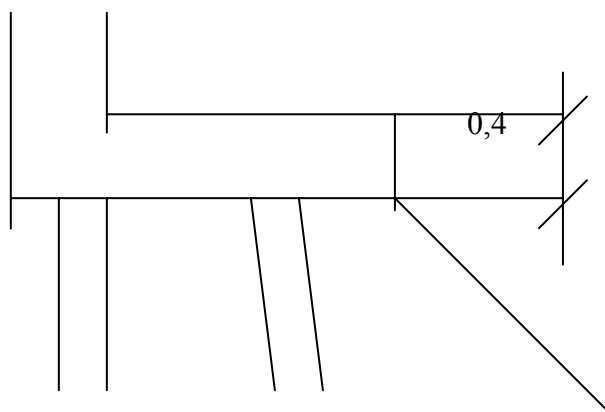


Для обсыпных устоев крутизна не более 1:1,5 при любой высоте насыпи.



Следующее требование направлено не только на защиту конуса насыпи, но и на защиту конструкции моста.

5. Концы свай или стоек устоя не должны быть ближе 0,5 м к бровке насыпи (от оси стойки). Передняя грань отсыпных устоев должна быть закрыта насыпью полностью, не доходя до верха 40 см.

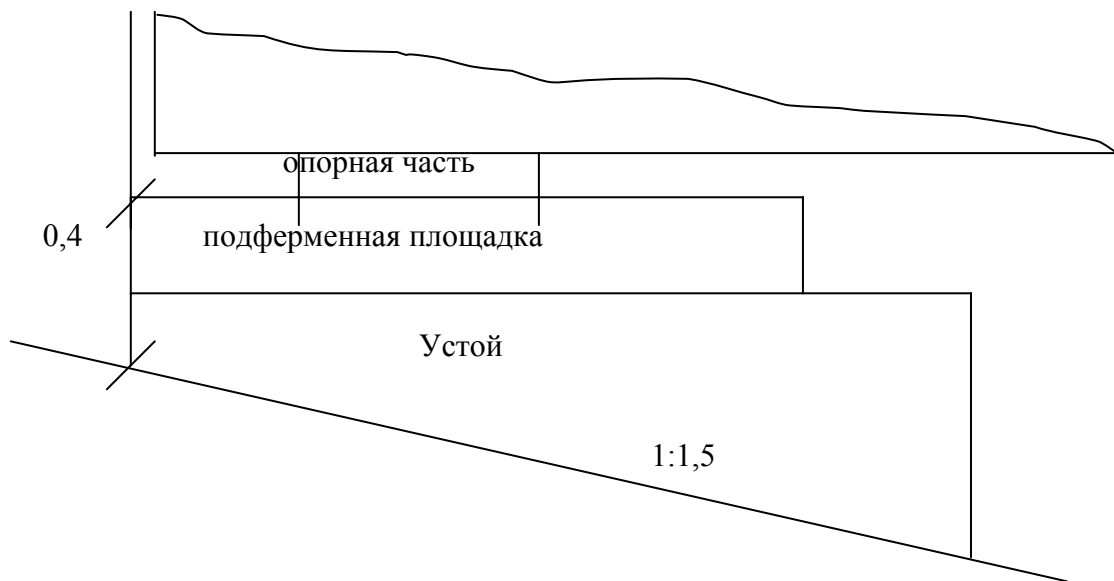


Деревянные конструкции пролетных строений

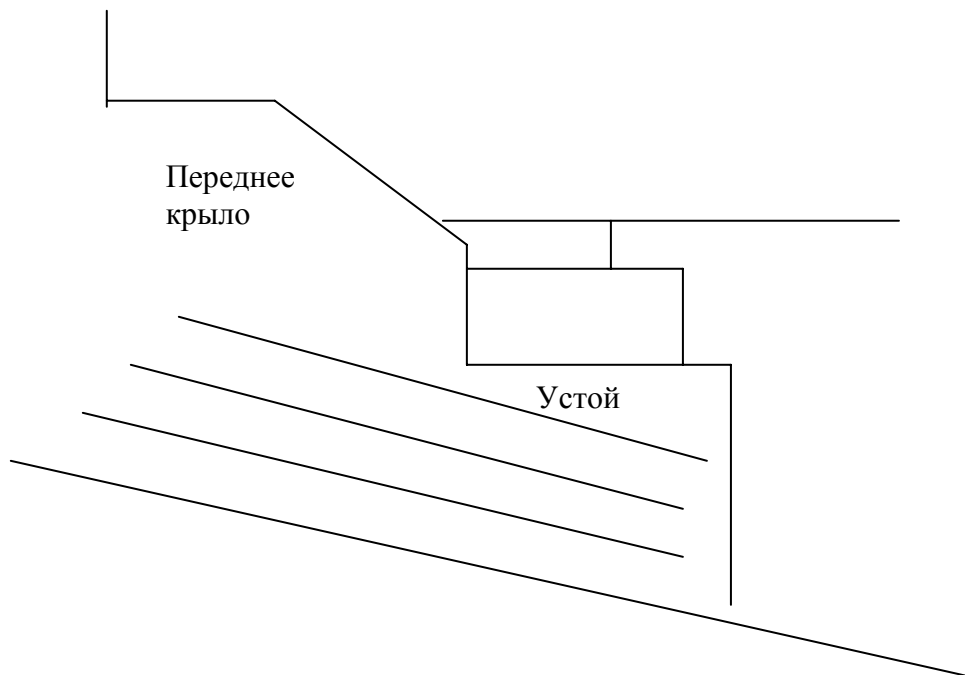
Должны быть защищены от соприкосновения с грунтом.

Опорные части и подферменники устоев должны быть защищены от прямого воздействия (от попадания) грунта.

1. Поверхность насыпи должна располагаться не ближе 0,4 м от нижней плоскости опорной части.



2. Делают стенку.



У задней грани устоя часть насыпи выполняют из грунта, хорошо фильтрующего воду с $K_{\phi} \geq 2$ м/с (любой крупнообломный грунт, пески).

Откосы концов должны быть укреплены на всю высоту. Насыпь подхода укрепляется в пределах подтопления:

большие и средние – 0,5 м – выше затопления

малые – 0,25 м – выше затопления

При высоте насыпи более 4 м предусматривают хотя бы с одной стороны насыпи лестничные сходы.

**Нагрузки, воздействия и их сочетание,
принимаемые при расчетах инженерных сооружений.
Классификация. Коэффициент надежности.
Нормативные и расчетные значения нагрузок и воздействий.
Нагрузки и воздействия, принимаемые в расчетах мостов и труб
и действующие только при эксплуатации этих сооружений.**

Нагрузка – это сила, действующая на инженерные сооружения. Эта сила может быть направлена в любую сторону, приложена в любом месте конструкции, в одной или нескольких точках, может быть длительной или кратковременной. Например, сила тяжести – вертикальная сила, действующая сверху вниз, приложенная к центру тяжести, длительная.

Воздействие – это физический процесс, происходящий с конструкциями и приводящий к возникновению нагрузки. Например, температурное воздействие:

1 вариант: балка пролета свободно лежит на двух опорах. При изменении температуры балка меняет длину, но в точках опирания балки возникает сила трения;

2 вариант: балка пролета, действует температура, концы балки зафиксированы – находятся в заделке. Возникают температурные напряжения.

Все нагрузки и воздействия, которые возникают в реальных условиях для реальных конструкций, достаточно много.

Для конкретных инженерных сооружений, а именно: мостовых конструкций и труб на основе опыта их проектирования, строительства и эксплуатации, приняты 18 нагрузок и воздействий, перечисленных в нормах СНиП.

Для промышленных зданий и сооружений существует снеговая нагрузка (для мостов – не учитывается).

Все эти 18 нагрузок и воздействий не действуют одновременно на сооружение, некоторые нагрузки могут вообще не возникать за период эксплуатации. Например, нагрузка от навала судов рассчитывается и учитывается при проектировании мостов, однако не обязательно, что она возникнет за период эксплуатации. А для путепроводов или эстакад эту нагрузку не учитывают, поэтому выбор нагрузок и воздействий при проектировании мостов и труб зависит от конкретных условий, под которые проектируются сооружения.

СНиП 2.05.03 дает рекомендации о том, какие возможны сочетания временных нагрузок и воздействий (приложение 2).

В виде коэффициента сочетания указано вероятное max значение отдельных нагрузок и воздействий, которые могут достигать при рассмотрении сочетаний (приложение 2). Например, сочетание нагрузок и воздействий:

9, 12, 13, 15 и S – для них указаны коэффициенты соответственно **0,8; 0,8; 0,8; 0,25; 0,7**. Это говорит о том, что max значение этих нагрузок и воздействий в этом сочетании достигает указанных долей от 1.

Все нагрузки и воздействия сгруппированы, т.е. подразделены или классифицированы по нескольким признакам:

- по длительности действия (постоянные, временные)

Постоянные – возникают и действуют от момента приложения и до окончания эксплуатации сооружения. Они имеют среднее нормативное значение, но не исчезают.

Временные нагрузки возникают эпизодически, в процессе строительства и эксплуатации, и изменяются от 0 до любого значения (до своего максимального значения).

Временная нагрузка делится по функциональному признаку на нагрузки от подвижного состава и пешеходов и прочие.

От состава и пешеходов – *полезные и функциональные нагрузки*, для которых и возводится сооружение.

Прочие временные нагрузки обусловлены наличием этого сооружения в этом месте и конструктивными их особенностями.

Полезные функциональные нагрузки подразделяются на нагрузки *от транспортных средств и пешеходов*.

По направлению действия нагрузки подразделяются на *вертикальные* и *горизонтальные*.

Особенный интерес представляют в этом отношении нагрузки от транспорта, т.е. эти 5 функциональных полезных нагрузок. Только одна из них - № 7 – вертикальная, примерно равная силе тяжести, которая создается весом автомобиля с загрузкой, а 4 остальных – это *горизонтальные временные* нагрузки, являющиеся производными от нагрузки № 7. Например, сила торможения – появляется горизонтальная нагрузка.

Все нагрузки и воздействия имеют различные значения и определяются в соответствии с указанием норм. Эти значения называют *средними* или *нормативными*. Методика и порядок их исчисления приведены СНиПами и другими документами с учетом знаний о характере этих нагрузок, опыта проектирования, строительства и эксплуатации подобных сооружений, а также перспективы изменения этих нагрузок и воздействий.

Отклонение реальных, встречающихся на практике в настоящее время и в будущем нормативных нагрузок оценивают коэффициентом надежности γ_f , который для постоянных нагрузок может быть больше и меньше 1, а для временных нагрузок его значение может быть только больше 1.

Значение нагрузок и воздействий для транспорта всегда, а для отдельных прочих временных нагрузок не всегда должно учитываться с учетом их движения, динамики, перемещения.

Переход от статического действия нагрузок и воздействий к динамическому производится путем введения динамического коэффициента $(1 + \mu)$.

Нормативное значение нагрузок и воздействий, взятое с учетом коэффициентов надежности по нагрузке γ_f и динамическим коэффициентом $(1 + \mu)$ называется расчетным значением. При помощи расчетных значений можно реально оценить работу сооружения, конструкции и т.д.

Но в некоторых расчетах значение этих коэффициентов принимается равным только 1. Поэтому в этом случае расчетные значения равны нормативным (численно), и создается впечатление, что расчеты конструкций производятся на нормативном значении нагрузок. **Это не так.** Всегда все расчеты производятся на расчетные значения нагрузок, но в одних расчетах коэффициенты отличаются от 1, а в других – равны 1.

Все нагрузки и воздействия принимаются в расчетах мостов и труб на стадии эксплуатации сооружения. И только одна из этих нагрузок (№ 17) берется на стадии строительства – строительная нагрузка. Однако из этих 17 нагрузок и воздействий не все они одновременно действуют или могут возникать при эксплуатации. Поэтому для каждого конкретного сооружения с № 1 по № 18, **за исключением № 17**, рассматриваются нагрузки и воздействия и «отбирают» их для расчета.

**Определение нагрузок и воздействий.
Постоянные нагрузки и воздействия
в случае невыгодных сочетаний этих конструкций.
Коэффициент надежности. Понятие о грузовой площадке.**

СНиП приводит 6 постоянных нагрузок и воздействий: № 1 - № 6.

Нагрузка № 1 называется **собственный вес конструкции**. Эта нагрузка всегда действует; не учитывается только, когда она пренебрежительно мала по отношению к другим нагрузкам.

Она вертикальна – направлена сверху вниз, постоянная. Определяется путем взвешивания по табличным данным, по графикам, номограммам, формулам и путем расчета по проектным объемам.

Последний метод – самый распространенный при проектировании инженерных сооружений, причем могут использоваться и указанные выше способы. Нагрузка – от собственного веса конструкции. $N = V \cdot \gamma$

Для сложных конструкций необходима разбивка их на элементарные объемы. Например, подсчитаем нагрузку от собственного веса (расчетную) одного квадратного метра ездового полотна городского тепловпровода.

Задаемся типом покрытия – асфальтобетон.

Защитный слой – из цементобетона (4 см).

Гидроизоляция – 1 см.

Выравнивающий слой – 3 см.

Определяем объем каждого слоя:

$$V_{\text{пок.}} = 1 \cdot 1 \cdot 0,07 = 0,07 \text{ м}^3$$

$$\gamma_{\text{пок.}} = 2,3 \text{ т/м}^3$$

$$\gamma_{\text{ж/б}} = 2,5 \text{ т/м}^3$$

$$\gamma_{\text{гидроиз.}} = 1,5 \text{ т/м}^3$$

$$\gamma_{\text{защ.}} = 2,2$$

Нормативное значение нагрузки – N

$$N = V_{\text{пок.}} \gamma_{\text{пок.}} + V_{\text{защ.}} \gamma_{\text{защ.}} + V_{\text{гид.}} \gamma_{\text{гидроиз.}} + V_{\text{вырав.}} \gamma_{\text{вырав.}}$$

Расчетное значение определяется путем умножения нормативной нагрузки на свое соответствующее значение коэффициента надежности γ_f

γ_f покрытия сооружений в городских условиях = 2,0, для остальных слоев $\gamma_f = 1,3$.

Кроме приведенных условий задачи, СНиП дает следующие коэффициенты надежности:

коэффициент надежности для всех нагрузок от собственного веса

$$\gamma_f = 1,1 (0,9).$$

1,1 – это основное значение коэффициента

0,9 – запасное, дополнительное значение, принимаемое в случае, если это значение ухудшает загрузку конструкции по сравнению с $\gamma_f = 1,1$.

Есть исключение, вызванное реальным уменьшением работы сооружения:

- для деревянных $\gamma_f = 1,2 (0,9)$

- для ездового полотна покрытие автодорожных мостов $\gamma_f = 1,5 (0,9)$

За пределами населенных пунктов тщательно следят за технологией, реже ремонтируют; нагрузки более-менее одинаковы.

γ_f для городских – 2,0.

Для остальных слоев ездовое полотно 1,3 (0,9). Собственный вес грунта при давлении на опоры 1,4 (0,7), на трубы – 1,3 (0,8).

В связи с наличием коэффициентов γ_f и больших, и меньших **1**, возможно их применение для одной и той же нагрузки.

Рассмотрим устойчивость обсыпного устоя. На заднюю грань действует горизонтальное давление от насыпи подхода; на переднюю грань действует горизонтальное давление от конуса насыпи. И с задней, и с передней грани одна и та же нагрузка.

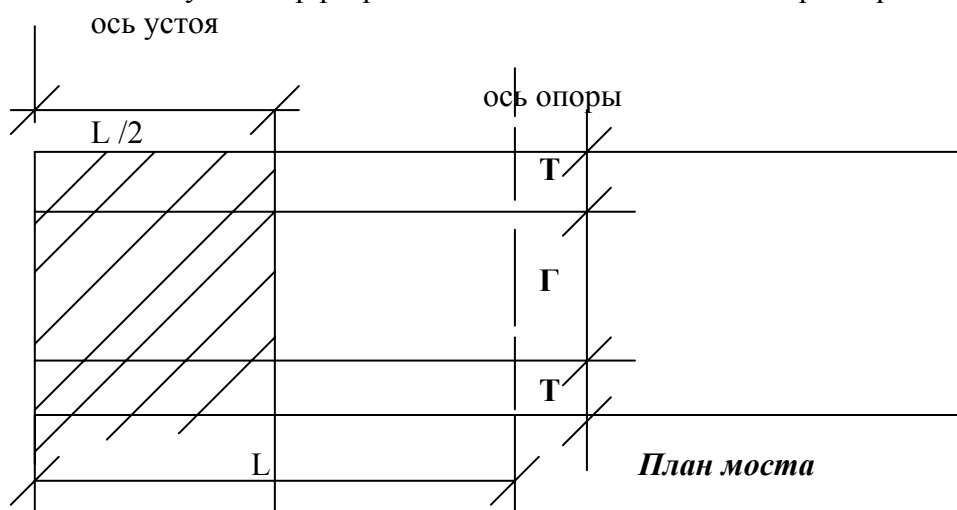
Горизонтальное давление от собственного веса грунта насыпи.

Для создания наилучших условий работы устоя на опрокидывание принимается коэффициент надежности для давления на заднюю грань 1,4; на переднюю грань – 0,7. Это и называется **случаем невыгодного сочетания постоянных нагрузок**.

Нагрузки от собственного веса принимают с некоторой площади, с которой они действуют на рассчитываемый объект. Эта площадь называется **грузовой площадкой**.

Поскольку постоянные нагрузки не изменяют своего местоположения и значения в течении эксплуатации, то размеры этой грузовой площадки являются постоянными, а ее вес распределяется поровну пропорционально точкам опирания этой грузовой площадки.

Например, грузовая площадка для определения веса пролетного строения с ездовым полотном на одну из опор разрезного балочного моста имеет размеры:



$(2Т + Г) \cdot L/2$ - размер грузовой площадки для устоя

Для статически неопределимых конструкций длина грузовой площадки была бы равна сумме положительных участков линии влияния единичного усилия, установленного на интересующей нас конструкции.

ТЕМА: «Временные нагрузки»

Вертикальные - от транспорта; вертикальные и горизонтальные – от пешеходов. Это нагрузка № 7. Она является полезной, функциональной. Для пропуска этой нагрузки и возводятся инженерные сооружения. Нагрузка приложена вертикально вниз (но для пешеходов – и 2 горизонтальные) и представляет собой в основном силу тяжести от людей, транспортных единиц и перевозимых ими грузов. Поскольку эти нагрузки движутся по сооружению, то они учитываются с коэффициентами надежности и динамичности.

Во-вторых, существуют производные от нагрузки № 7 – горизонтальные нагрузки, обусловленные движением этой 7-ой нагрузки. К ним относятся нагрузки № 8-11.

Рассмотрим подробно аналогичную функциональную нагрузку № 7.

Нагрузка № 7 является вертикальной нагрузкой от подвижного состава и пешеходов.

Очень сложно учесть все разнообразие транспортных единиц, передвигающихся по конкретным дорогам, мостам в настоящее время и тем более в будущем.

Мостовые сооружения и трубы проектируют под всевозможные нагрузки транспорта, передвигающегося в настоящее время и в течение срока эксплуатации сооружения. С пешеходами гораздо проще.

Нагрузка № 7 в ее обычном, штатном варианте представляет собой автомобильную колесную (колейную)

АК (автомобильная колесная)

Она представляет собой одну двухосную тележку с нагрузкой на ось P и равномерно-распределенную колейную нагрузку, интенсивностью v на обе колеи.

Значения P и v зависят от класса K нагрузки АК.

В настоящее время существует всего лишь 2 класса нагрузки АК.

$K = 8$ и $K = 11$

Класс - это безразмерное обозначение возможных параметров нагрузок от транспорта.

Нагрузка на ось $P = K$ тс

Интенсивность колеи $v = 0,1 \cdot K$ тс/м

Например, для 8 класса:

нагрузка на ось тележки составляет $P = K = 8$ т

$v = 0,1K = 0,1 \cdot 8 = 0,8$ тс/м

Само значение класса зависит от грузонапряженности дороги и материала моста.

K в настоящее время принимаем равное **11** для любых мостов, за исключением деревянных ($K=8$).

Размеры этой нагрузки и ее установка моделируют реальное угловое движение грузового потока по сооружению. Ширина колеи – 1 м 90 см, ширина колеса – 60 см, расстояние между гранями колес – 2 м 50 см. Расстояние между осями тележки вдоль движения – 1 м 50 см.

Отпечаток колеса тележки – прямоугольный и размер (ширина) прямоугольника (20 см). Для колеи длина отпечатка равна длине ПЧ.

Нагрузка АК, установленная на каждую полосу движения, не может быть больше этих нагрузок, чем полос движения. Следовательно, каждый ряд движения загружен одной тележкой и колейной нагрузкой. Причем колейная нагрузка устанавливается в ряду движения по всей длине моста, а тележка в ряду движения – в любом месте по длине моста.

Поскольку нагрузка АК моделирует реальный транспортный поток, то и тележку, и колейную часть устанавливают как можно ближе к ограждению, но соблюдая правила движения.

А по правилам эксплуатации на мосту выделяют в пределах ширины габарита Г 2 полосы безопасности и ПЧ из одной или нескольких полос. Транспорт движется по ПЧ, не заезжая на полосы безопасности. При этом возникают границы или пределы, в которых может двигаться нагрузка:

- не ближе 1,5 м от края ПЧ до оси нагрузки.

Между соседними (смежными) полосами нагрузки должно быть не менее 3 м.

Но в процессе эксплуатации возникают различные чрезвычайные ситуации. Например, ремонт, ДТП, мероприятия по содержанию дорог и т.д.

В этих случаях можно использовать для движения полосы безопасности. СНиП выделяет эти случаи, как **1-ый** и **2-ой случаи установленной нагрузки АК поперек моста**. Причем, поскольку в 1-ом случае идет нормальная эксплуатация моста – по тротуару ходят люди, а во 2-ом случае движение пешеходов запрещено, из всех полос движение разрешено только туда и обратно (2 ряда). Для однополосных мостов – 1 ряд.

Очень редко загружены полностью все ряды движения по всей длине моста одновременно. И, учитывая низкую вероятность этого, СНиП рекомендует в расчетах принимать полную загруженность только 1 ряда, но этот ряд устанавливается поперек моста самым невыгодным образом, остальные ряды полностью загружены только тележками, а

колейной частью – на 60%. Это учитывается коэффициентом S_1 , на который умножают все P, v .

Кроме нормальных штатных функций инженерных сооружений, возможны случаи, когда по дорогам, а следовательно, и по сооружениям проходят нагрузки, отличающиеся от стандартных, причем в большую сторону. Например, провоз сверхтяжелых, больших по размеру грузов. Транспорт, перевозящий эти грузы, проезжает только с разрешения управления дорог и, как правило, медленно, по середине дороги и в одиночном порядке.

В результате многолетней работы и анализа существующей дорожно-транспортной техники установлено, что предельные размеры и массы этих негабаритных, сверхтяжелых нагрузок могут быть приведены к каким-то среднестатистическим показателям. Поэтому на пропуск таких нагрузок инженерные сооружения проверяют при проектировании; при эксплуатации сооружения на их пропуск по неаварийным (нормальным) сооружениям, не требующим особого разрешения. А все, что выходит за пределы ниже рассматриваемых нагрузок, уже требует разрешения ГИБДД, и т.д.

Негабаритные сверхтяжелые нагрузки, на которые проверяют мосты, путепроводы, эстакады и трубы, запроектированные под нагрузку **АК**. К таким нагрузкам относятся **НГ-60** и **НК-80**. Они примерно копируют соответственно гусеничное транспортное средство и четырехосную прицепную платформу общим весом 80 т.

НГ-60 – нагрузка гусеничная 60 т

НК-80 – нагрузка колесная 80 т

На **НГ** проверяют мосты, запроектированные под нагрузку **А-8**, а **НК-80** – под нагрузку **А-11**.

И, кроме того, деревянные мосты ввиду низкой прочности их проезжей части проверяют проезжую часть на давление единичной оси.

Рассмотрим размеры и вес этих нагрузок.

НГ-60 – пропускается по оси сооружения (по середине) очень медленно, перегрузок не допускается и движение для пешеходов на это время перекрыто.

Длина гусеницы – 5 м

Ширина – 0,7 м

Между центрами гусениц – 2,6 м

Интенсивность – 12 т/м на 1 м

НК-80 – одиночная, колесная, четырехосная, пропускается медленно по середине сооружения, пешеходной нагрузки нет.

На каждую ось – 20 т

Ширина колеса – 0,8

Одиночная ось аналогична по своим параметрам одной оси тележки нагрузки **А-11**.

Рассмотренные нагрузки от транспорта были представлены в статическом, неподвижном положении, но эти нагрузки, двигаясь по сооружениям, создают динамические воздействия и могут отклоняться от своих средних нормативных значений, т.е. для этих нагрузок существуют соответствующие коэффициенты динамичности и надежности, оценивающие и динамические воздействия, и отклонения от нормативного значения.

Коэффициент надежности γ_f для нагрузки:

АК $\gamma_f = 1,5$ при расчетах проезжей части

$\gamma_f = 1,5$ при $\lambda = 0$

1,2 при $\lambda > 30$ м

λ – длина загрузки, промежуточное значение, определяемое интерполяцией.

Для колеиной нагрузки **АК** γ_f всегда равняется 1,2.

Для **НГ-60** и **НК-80** $\gamma_f = 1$ (перегрузка не допускается).

Динамический коэффициент $(1 + \mu)$, показывая степень динамики развития, зависит:

- от самой временной нагрузки;
- от конструкции (вид, схема);
- от материала;
- от длины загрузки

(металл, железобетон - хорошо проводят волны
дерево, камень, грунт – плохо проводят)

Перечисленные факторы нашли свое отражение в эмпирических формулах для определения динамического коэффициента. (п.2.22 *СНиП)

$$1 + \mu = 1 + 15/(37,5 + \lambda)$$

Для железобетонных балочных пролетных строений, рамных конструкций, для железобетонных сквозных и стоечных опор (тонкостенных):

$$1 + \mu = 1 + (45 - \lambda)/135$$

$1 + \mu = 1$ – предельное минимальное значения

Для железобетонных труб, подземных переходов $1 + \mu = 1$

Для деревянных конструкций $1 + \mu = 1,1$

К нагрузке **НК-80** $1 + \mu = 1,3$ при $\lambda < 1$ м

$1 + \mu = 1,1$ при $\lambda \geq 5$ м

К нагрузке **НГ** $1 + \mu = 1,1$

Длина загрузки λ - длина той части линии влияния, которая определяет участие элемента в работе, например, длина пролетов, длина элементов.

Для неразрезных конструкций – длина положительных участков линии влияния. Например, от транспорта представ. нереал., отвлеч. нагрузки,

в связи с ростом грузоподъемности и скорости движения, в настоящее время пересматриваются классы нагрузки **АК**.

У нагрузки № 7, кроме транспортной составляющей, присутствует и нагрузка, создаваемая людьми – пешеходами, проходящими по искусственным сооружениям, т.е. существует нагрузка от пешеходов.

На эту нагрузку рассчитаны:

1. Пешеходные мосты (все элементы).

2. Автодорожные и городские мосты и прочие сооружения.

Рассчитаны тротуары и остальные элементы, кроме тротуаров.

Нагрузка от пешеходов принимается в зависимости от рассчитываемого элемента: чем больше вероятность загрузки этого элемента, тем больше нагрузка.

Различают следующие нагрузки от пешеходов:

1. Вертикальная, равномерно распределенная по площади, интенсивностью 400 кг/м^2 . На эту нагрузку рассчитаны полностью пешеходные мосты, а для остальных мостов – только элементы тротуаров.

2. Равномерно распределенная вертикально по площади, интенсивностью

$$p = 400 - 2 \cdot \lambda \text{ кг/м}^2$$

$$p = 3,92 - 0,0196 \lambda \text{ кПа}$$

На эту нагрузку рассчитаны все мосты и путепроводы (кроме пешеходных и тротуаров). Это нагрузка зависит от длины загрузки моста (тротуара пешеходами), причем

интенсивность снижается с увеличением длины тротуара, что объясняется другими нагрузками, учитываемыми совместно.

3. Тротуар – пространство, отведенное для передвижения людей.

Вертикальная и горизонтальная нагрузка на перила:

а) городских мостов – равномерно распределенная нагрузка, интенсивностью 100 кг на погонный метр перил;

б) автодорожных мостов – сосредоточенная сила 130 кг

Это одна единственная из всего перечня, входящая в № 7, которая имеет горизонтальную составляющую. Все остальные – вертикальную.

Эта нагрузка вызвана возможностью опирания людей на перила. Направлена от моста в сторону реки.

4. Вертикальная сосредоточенная, но по площади 15 x 10 см

- для городских мостов – 1 т;

- для всех остальных - 350 кг.

Ограждения для тротуаров – перила.

При переходе от нагрузки, распределяемой по площади, к нагрузке погонной, необходимо интенсивность нагрузки умножить на ширину рассчитываемого элемента, и тогда найдем погонную нагрузку.

Нагрузка от пешеходов, как и любые временные нагрузки, создает динамичность воздействия и может отклоняться от нормативного значения.

$\gamma_f = 1,4$ - для нагрузки № 1

1,2 – при учете пешеходной нагрузки, совместно с другими

$\gamma_f = 1$ - ко всем остальным (№№ 3, 4)

Все остальные временные нагрузки, создаваемые нагрузкой № 7, являются горизонталями и производными от нее. К ним относятся **8-11**.

№ 8 – давление грунта от подвижного состава

8а) - на устои

8б) – на трубы

Методика расчета этой нагрузки изложена в приложении

№ 9 – центробежная нагрузка на мосты, расположенная на кривых $R \leq 600$ м.

Принимаем с каждого ряда движения в виде равномерно распределенной нагрузки с учетом коэффициента S_i , направлена от центра кривой и приложена на 1,5 м выше ПЧ.

Для R от 0 до 250 м

$$\dot{u}_h = p / \lambda \cdot K$$

$R = \geq 250; \leq 600$ м

$$M_h = \frac{M}{R \times \lambda} \times K$$

где: K – класс нагрузки

λ - длина нагружения

R – радиус

P – сила, равная 0,45 т

M – момент, равный 110 т.с/м

Полученные значения интенсивности центробежной нагрузки должны быть в пределах

$$\frac{1,3}{R} \times K \text{ (тс/м)} \geq \dot{u}_h > 0,05 \times K \text{ (т.с/м)}$$

Нагрузка № 10 – поперечные толчки и удары. Учитывается только от нагрузки АК.

Возникает вследствие внезапного резкого изменения траектории движения транспортного средства и учитывается

1. Как горизонтальная поперечная нагрузка, направленная поперек сооружения в уровне ПЧ.

2. При расчете ограждений как горизонтальной и продольной нагрузки.

В одном слое это представляет собой равномерно распределенную, интенсивностью $0,04 \text{ К т.с/м}$, или сосредоточенную силу $0,6 \text{ К}$.

На эту нагрузку (на большую из них) рассчитаны пролетные строения, опоры и прочие элементы моста.

Во втором слое при расчете ограждения эта нагрузка зависит от вида ограждения. Для железобетонных сплошных ограждений ее принимают в виде горизонтально-поперечной нагрузки, равной $1,2 \text{ К тс}$. Распределена на длине 1 м и приложена на высоте $2/3$ ограждения от уровня ПЧ.

Для металлических барьерных ограждений эта нагрузка прикладывается на стойки в виде продольной и поперечной нагрузки и приложенной в уровне верха ограждения.

Значение нагрузки:

- поперек сооружения – $0,45 \text{ К тс}$

- вдоль проезда – $0,25 \text{ К тс}$

Расстояние между стойками – $2,5\text{--}3 \text{ м}$

Если металлический брус ограждения непрерывный, то нагрузку, которая действует вдоль, можно распределить на 4 рядом расположенные стойки.

Бордюры

Поперечная нагрузка $0,6 \text{ К тс}$, приложенная горизонтально по длине $0,5 \text{ м}$ в уровне верха бордюра.

Из этого перечня нагрузок видно, что эти нагрузки отображают реальное движение транспортного средства (нагрузка **АК**).

1 сл. – эта нагрузка возникает при изменении траектории движения, но автомобиль или нагрузка не наезжает на ограждение.

2 сл. – эта нагрузка прямо возникает при наезде на ограждение. И на нее другие элементы, кроме самих ограждений, не просчитывают.

Нагрузки **НГ-60**, **НК-80** и одиночная ось не учитываются по двум причинам:

1 причина – они двигаются с медленной скоростью, следовательно резких изменений траектории быть не может.

2 причина – они очень велики.

Нагрузка № 11 – тормозная нагрузка или сила тяги – горизонтальная, продольная нагрузка. Ее принимают с одного направления нагрузки с учетом коэффициента C_1 (коэффициент, учитывающий вероятность полного нагружения).

Нагрузка принимается равной 50% от веса колейной части нагрузки **АК**. Приложена в уровне $1,5 \text{ м}$ от ПЧ, но существуют исключения для балочных разрезных конструкций:

- для устоев в уровне ПЧ;

- для промежуточных опор – в уровне верха подферменной площадки.

Вдоль моста направлена в любую сторону.

Прочие временные нагрузки

1. (12) Ветровая нагрузка

Направлена перпендикулярно сооружению, к его боковой поверхности, наиболее возможной. Представляет собой равномерно-распределенную горизонтальную нагрузку.

Для мостов за площадь обычно принимается фасад моста, начиная от ГМВ. Продольную нагрузку на мост принимают равной 20% от поперечной.

Интенсивность ветровой нагрузки определить довольно сложно. (п.2.24).

Но для предварительных расчетов с достаточной точностью можно принять при проектировании индивидуальных, нетиповых конструкций.

60 кг на 1 м² – при загрузке нагрузкой № 7

100 кг на 1 м² – при незагрузке (при отсутствии нагрузки № 7).

2. (13) Ледовая нагрузка

Действует только на опоры мостов. Порядок расчета – см. приложение 10.

Приложена горизонтально, по периметру опоры.

На 0,3 т ниже уровня воды, при котором рассматривается эта нагрузка.

t – расчетная толщина льда, равная 0,8 от max за зимний период.

При расчете ледовой нагрузки возникает 2 варианта:

1. Наибольшая прочность льда при первой подвижке льда. Высота приложенной нагрузки относительно дна минимальна.

2. Прочность льда минимальна при высоком ледоходе. И отметка наивысшая относительно льда.

Нагрузка от льда возникает или при остановке ледяного поля или при разрушении льдины об опору.

Определив эти 2 нагрузки, к дальнейшим расчетам берут наименьшее из этих значений.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Библиографический список

Основная учебная литература

1. Инженерные сооружения в транспортном строительстве [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Автомобильные дороги и аэродромы" направления подготовки "Транспортное строительство" : в 2-х книгах / [П. М. Саламахин, Л. В. Маковский, В. И. Попов] ; под ред. П. М. Саламахиной. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – (Высшее профессиональное образование).

Кн. 1. – 352 с.

2. Инженерные сооружения в транспортном строительстве [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Автомобильные дороги и аэродромы" направления подготовки "Транспортное строительство" : в 2-х книгах / [П. М. Саламахин, Л. В. Маковский, В. И. Попов] ; под ред. П. М. Саламахиной. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – (Высшее профессиональное образование).

Кн. 2. – 272 с.

Дополнительная учебная, учебно-методическая литература

1. Владимирский, С. Р. Механизация строительства мостов [Текст] : учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. "Мосты и транспортные тоннели" / С. Р. Владимирский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург : ДНК, 2005. – 152 с.

2. Инженерные сооружения в транспортном строительстве [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Автомобильные дороги и аэродромы" направления подготовки "Транспортное строительство" : в 2-х книгах / под ред. П. М. Саламахиной. – Москва : Академия, 2007. – (Высшее профессиональное образование).

Кн. 1. – 346 с.

3. Инженерные сооружения в транспортном строительстве [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Автомобильные дороги и аэродромы" направления подготовки "Транспортное строительство" : в 2-х книгах / под ред. П. М. Саламахиной. – Москва : Академия, 2007. – (Высшее профессиональное образование).

Кн. 2. – 266 с.

4. Михайлов, В. В. Предварительно напряженные комбинированные и вантовые конструкции [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. "Промышленное и гражданское строительство" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / В. В. Михайлов. – Москва : АСВ, 2005. – 256 с.

5. Федотов, Г. А. Изыскания и проектирование мостовых переходов [Текст] : учеб. пособие для вузов ж/д. транспорта и транспортного строительства / Г. А. Федотов. – Москва : Академия, 2005. – 304 с. – (Высшее профессиональное образование).

Дополнительная литература

1. Автомобильные дороги [Текст] : реферативный журнал : отдельный выпуск. – Выходит ежемесячно.

2008 № 1-6;

2. Автомобильный и городской транспорт [Текст] : реферативный журнал : сводный том. – Выходит ежемесячно.

2008 № 1-6, предметный указатель, авторский указатель;

3. Андреев, Н. П. Справочник по постройке искусственных сооружений [Текст] / Н. П. Андреев, А. И. Дубровский, И. С. Файнштейн ; ред. И. А. Карамышев. – Москва : Трансделдориздат, 1957. – 540 с.

4. Внеклассные автодорожные мосты Нижневолжского региона [Текст] / Ж. А. Харебава [и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Саратов. гос. техн. ун-т. – Саратов : Наука, 2008. – 360 с.

5. Городской транспорт [Текст] : реферативный журнал. – Москва : ВИНТИ. – Выходит ежемесячно.

2010 № 1-6;

6. Справочное пособие дорожному (мостовому) мастеру по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах [Текст]. – Москва : РОСАВТОДОР, 1999. – 242 с.