

УДК 625.7/.8;628.1

**С. Г. Артёмова, А. Г. Чопко**

*Волгоградский государственный технический университет*

### **ДОРОЖНЫЙ ВОДООТВОД — ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Целью работы представляется реализация системы дорожного водоотведения в разрезе применения методов, способствующих повышению срока службы автомобильной дороги. Статья является второй частью работы и содержит элементы, обладающие научной новизной, их описание и характеристику, а также анализ и решение задач по устранению проблем и недостатков. Объектом исследования выступают автомобильные дороги общего пользования, как в пределах населенных пунктов, так и вне их. Описано влияние водоотводящих систем на состояние дорожного покрытия.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, водоотведение, дренажная система, функциональный срок службы.

Применение рассматриваемых мероприятий в существующих условиях эксплуатации систем дорожных водоотводов теоретически позволит увеличить срок службы водоотвода<sup>1</sup> [1, 2].

Система дорожного водоотвода — основополагающий фактор при проектировании автомобильных дорог вне зависимости от их территориального расположения, категории или протяженности. Отсутствие переизбытка влаги в дорожных конструкциях и грунтах земляного полотна означает надлежащее функционирование дороги. Избыточное влагосодержание снижает несущую способность грунта, приводит к ускоренному разрушению и укорачиванию срока службы дороги. Дороге с проблемами водоотвода требуется более частый ремонт и восстановление, чем той, на которой водоотвод функционирует нормально. При выборе стратегий дорожного содержания затраты на устройство покрытия необходимо сравнивать с затратами на поддержание водоотвода (рис. 1, 2).



Рис. 1. Устройство водоотводного лотка

<sup>1</sup> Водоотводные сооружения на автомобильных дорогах общей сети Союза ССР: 503-09-7.84. Типовые материалы для проектирования. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 76 с.



Рис. 2. Устройство ливневой канализации

Прежде всего, нужно исходить из того, что непосредственный анализ систем функционирования дорожного водоотвода обеспечивается за счет определенных видов работ, благодаря которым становится возможной разработка различных мероприятий по улучшению и совершенствованию существующих принципов работы дорожного водоотвода.

Одним из первоочередных мероприятий является проведение мониторинга объектов водоотведения. Система наблюдения и мониторинга предполагает сбор исходных данных, необходимых для формирования качественной оценки текущего состояния элементов водоотвода. Далее выполняется всесторонний анализ с получением выводов о критериях эксплуатации системы дорожного водоотведения.

Мониторинг проводится на постоянной основе на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги. Это позволяет представлять актуальную информацию о текущем состоянии отдельных элементов, а также принимать меры и определять необходимые способы и методы для поддержания на высоком уровне функциональных возможностей эксплуатационных качеств системы дорожного водоотведения.

При выборе варианта проектирования системы дорожного водоотвода важно учитывать географию проложения будущей системы (рис. 3). Также одним из важных компонентов является существующий продольный профиль земляного полотна<sup>2</sup>. Необходимо учитывать, что в случае нарушения определенных технологий при строительстве, последствия могут быть критичными, а срок службы будет ограничиваться периодичностью ремонтов.

Часто проблемой при эксплуатации автомобильной дороги становится наступление весеннего периода. Таят снега, идут дожди — все это приводит к увеличенному объему воды, которая скапливается на поверхности обочин. Необходимо помнить, что часть промерзающих грунтов не пропускает воду в отличие от противоположной группы (рис. 4)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095524?ysclid=m32ttxjbrv589584505>.

<sup>3</sup> Там же.

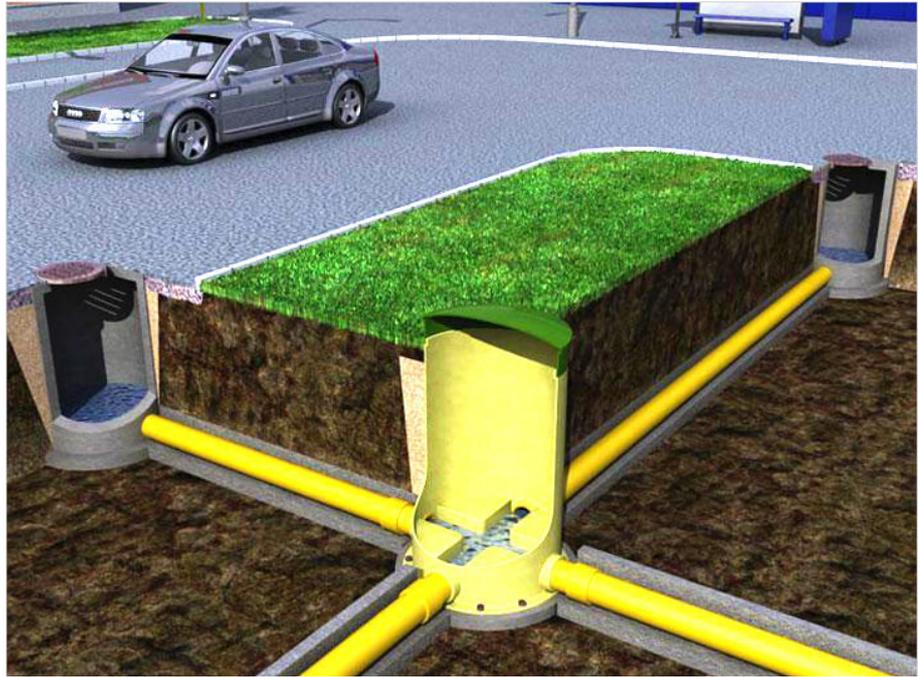


Рис. 3. Схема устройства системы водоотвода

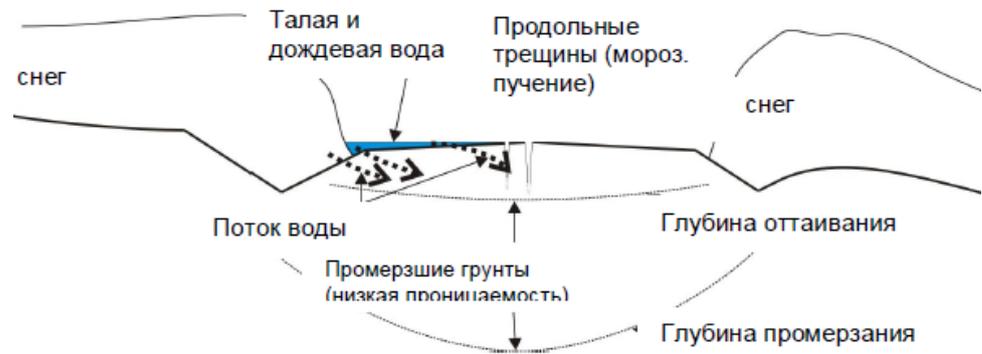


Рис. 4. Проблемы функционирования водоотвода

Для обеспечения работы систем дорожного водоотвода необходимо быстро и своевременно предвидеть и устранить различного рода недостатки. При анализе данных, собранных в рамках написания работы, сформирован перечень основных наиболее уязвимых мест систем дорожного водоотведения с соответствующим предложением вариантов решения проблем. В таблице 1 представлены результаты анализа полученных данных.

Таким образом, прежде всего необходимо создавать условия для поддержания функциональных потребностей автомобильной дороги, например, речь может идти об увеличении слоя дорожной одежды<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> ГОСТ 32955—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Лотки дорожные водоотводные. Технические требования. М. : Стандартинформ, 2016. 23 с.

## Варианты устранения недостатков работы водоотвода

Категория	Описание проблемы	Как распознать проблему	Что вызывает проблему	Решение для улучшения водоотвода
Связанные с проектированием	Проблемы водоотвода из-за прохождения дороги по низкой местности	Дорога затоплена в период таяния снегов и сильных ливней. Остаточные деформации на данных участках дороги. Дифференциальное морозное пучение	Топография не позволяет перенаправить воду дальше от дороги. Уровень грунтовых вод располагается слишком близко к дорожной конструкции	Морены, инфильтрационные колодцы, глина/суглинок или торф, поднятие рабочих отметок с использованием крупнозернистого материала
Связанные с эксплуатацией	Заблокированное входное отверстие трубы	Мусор, ветки, трава грязь засоряют входное отверстие. Проблема возникает после сильных ливней, когда требует отводить огромное количество поверхностных вод	Возможно неверное проектирование входного отверстия трубы. Местность вверх по течению трубы эродирована, и вымытый материал проник в трубу	Очистка входного отверстия, реконструкция входного отверстия, замена трубой большого диаметра
	Блокирование трубы льдом	Льдины и вода в период оттепели зимой или при весеннем таянии снегов идут потоком через тело насыпи.	Лед проникает в трубу извне или формируется непосредственно в ней. Малая скорость потока воды в трубе. Рабочая поверхность водоотвода уменьшена в результате недостатка очистки.	Очистка трубы от песка, использование пара для прогрева трубы и таяния скопившегося в ней снега, реконструкция трубы входного и выходного отверстия
Связанные со строительством и ремонтом	Насыщенные водой слои из-за устроенной при строительстве ловушки для воды между вновь уложенным слоем асфальтобетона и старым, между которыми находится новый слой крупнозернистого основания	Ускоренное колесобразование и формирование крокодиловой сетки трещин после устройства нового слоя покрытия.	Старое водонепроницаемое покрытие оставлено и засыпано несвязным крупнозернистым материалом нового основания на толщину менее 40 см	Проверка наличия старого покрытия под несвязным материалом основания поверх него, например, при помощи георадара, разрушение старого покрытия, если оно располагается на глубине менее 40 см от поверхности нового слоя покрытия

При изучении различных участков улично-дорожной сети выявлено отличие хорошо дренируемой полосы от неудовлетворительно дренируемой (рис. 5). По результатам проведенных наблюдений необходимо отметить, что глубина колеи больше в части прохождения полунасыпи.

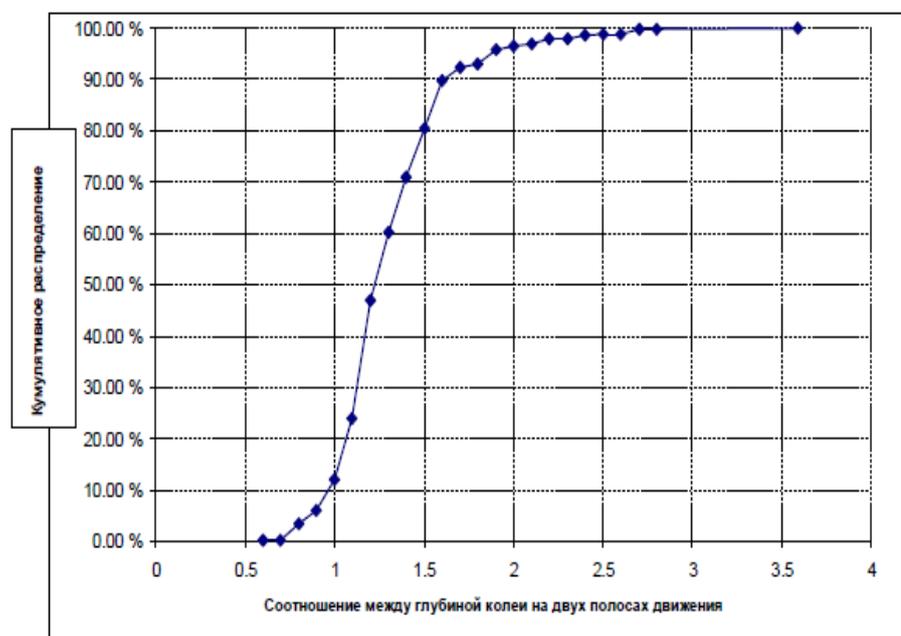


Рис. 5. Кумулятивное распределение соотношения глубины колеи на плохо и хорошо дренируемых полосах дороги

Корректное обеспечение водоотвода с обочин проезжей части автомобильной дороги обеспечивает полноценное сочетание принимаемых мер к противодействию в осенний и весенний периоды (рис. 6) [3].



Рис. 6. Устройство дождеприемников

В рамках данной работы проблемы можно условно разделить на 4 группы по схожим условиям и влиянию состояния водоотвода. В таблице 2 приводятся разработанные оценочные показатели увеличения срока службы в случае улучшения состояния системы водоотвода в совокупности с группировкой эксплуатационных проблем<sup>5</sup>.

Т а б л и ц а 2

*Изменения срока службы дороги в случае улучшения состояния водоотвода*

Состояние водоотвода	Класс состояния водоотвода	Коэффициент изменения срока службы за счет улучшения состояния водоотвода
<p>Группа 1</p> <p>Водоотвод не работает совсем; наличие в дорожной конструкции и земляном полотне материалов и грунтов, чувствительных к воздействию воды; очень высокий уровень грунтовых вод; низинное расположение и горная порода блокируют поток грунтовых вод</p>	3	2,5
<p>Группа 2</p> <p>Система водоотвода не работает, материалы дорожной одежды и земляного полотна менее чувствительны к воде, чем в группе 1; водоотвод функционирует плохо по причине недостатка содержания и наличия чувствительных к воде материалов в дорожной конструкции</p>	3	2...2,5
<p>Группа 3</p> <p>Водоотвод функционирует плохо из-за недостатков содержания; материалы дорожной одежды и земляного полотна менее чувствительны к воде</p>	2	1,5...2
<p>Группа 4</p> <p>Водоотвод функционирует неудовлетворительно из-за недостатков содержания или стандарты содержания занижены</p>	1...2	1...1,5

Для осуществления поставленных целей исследования в качестве дополнительного показателя и критерия обоснованности выдвигаемых идей использована ставка дисконтирования при расчете экономической составляющей [4].

Коэффициент дисконтирования денежных потоков — цифровой показатель, использование которого помогает понять, сколько денег удастся получить через определенное время с учетом временного фактора и возможного риска<sup>6</sup>.

Расчет коэффициента дисконтирования:

$$КД = \frac{1}{(1 + R)^n},$$

где  $R$  — ставка дисконтирования,  $n$  — количество периодов от будущего момента до текущего (лет, месяцев). Таким образом, дисконтирование — процесс прохождения от будущего к сегодняшнему дню (рис. 7, 8).

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН—2001. Часть 17. Водопровод и канализация — внутренние устройства. М. : ФГУ ФЦС, 2009. 13 с.

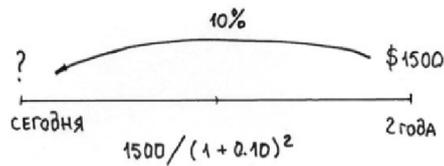


Рис. 7. Определения понятия дисконтирования

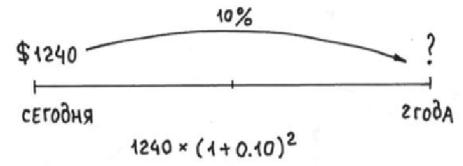


Рис. 8. Определение понятия наращивания

Рисунок 9 показывает, что в случае, если меры по улучшению/содержанию системы водоотвода удвоят срок службы (с 10 до 20 лет), то выполнение мер по содержанию раз в 2 года все еще будет экономически эффективным даже при ставке дисконтирования 8 %.

В качестве вывода необходимо отметить, что в результате проведенных наблюдений и камеральной обработки данных получены сведения об актуальности и целесообразности выбранной темы исследования.

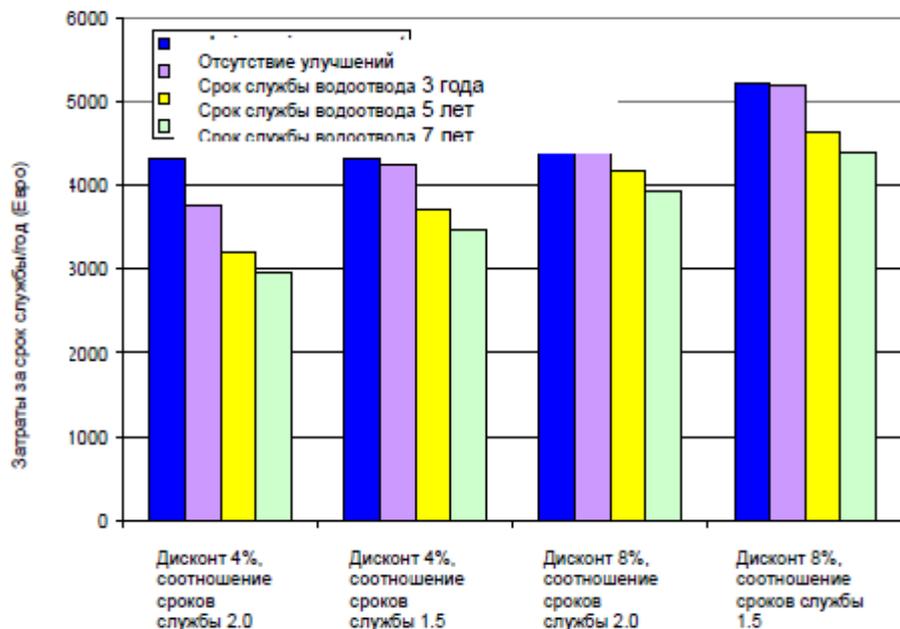


Рис. 9. Результаты расчета функционирования дорожного водоотвода с учетом различных ставок дисконтирования

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Penne-Baker W. B., Mitchell J. L., Langdon G. G., Arps R. B. Anover view of the basic principles of the Q-coder adaptive binary arithmetic coder // IBM Journal of research and development. 1988. Vol. 32. No. 6. Pp. 771—726.
2. Артемова С. Г., Чопко А. Г., Русскова В. В. Совершенствование системы водоотвода с проезжей части автомобильных дорог // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. Вып. 5(93). С. 42—51.
3. Азизова Н. В., Артемова С. Г., Алексиков С. В. Состояние ливневой канализации г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 54(73). С. 82—88.

4. Эколого-экономическая эффективность применения локальной системы очистки сточных вод на промышленных предприятиях / Д. О. Игнаткина, А. А. Геращенко, А. П. Поздняков, А. В. Дорочинская, В. В. Шмарова, М. В. Тарасов, А. П. Губаревич // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 1(94). С. 151—162.

© Артёмова С. Г., Чопко А. Г., 2024

Поступила в редакцию  
в сентябре 2024 г.

Ссылка для цитирования:

Артёмова С. Г., Чопко А. Г. Дорожный водоотвод — определяющий фактор повышения срока функциональной службы автомобильной дороги // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 4(97). С. 114—121. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_4\_114.

Об авторах:

**Артёмова Светлана Георгиевна** — канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; snartemov@mail.ru

**Чопко Артем Григорьевич** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; navak1461@gmail.com

**Svetlana G. Artemova, Artem G. Chopko**

*Volgograd State Technical University*

## ROAD DRAINAGE IS A DETERMINING FACTOR IN INCREASING THE FUNCTIONAL SERVICE LIFE OF A HIGHWAY

The aim of the work is to implement a road drainage system in the context of the application of methods that contribute to increasing the service life of the highway. The article is the second part of the work and contains elements with scientific novelty, their description and characteristics, as well as analysis and solution of problems to eliminate problems and deficiencies. The object of the study is public roads, both in and outside of settlements. The influence of drainage systems on the condition of the road surface is described.

**К е у w o r d s:** highway, drainage, drainage system, functional service life.

*For citation:*

Artemova S. G., Chopko A. G. [Road drainage is a determining factor in increasing the functional service life of a highway]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 4, pp. 114—121. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_4\_114.

*About authors:*

**Svetlana G. Artemova** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; snartemov@mail.ru

**Artem G. Chopko** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; navak1461@gmail.com