

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Н.Р. Ключевский**  
ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ

Принята к публикации: 02 июня 2019.

Опубликована: 05 июля 2019.

**Аннотация.** В статье проанализированы существующие методологии определения надежности технических систем, что позволит производить расчет надежности для закрытых трубопроводов как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации. Это позволяет грамотно решить вопросы технической эксплуатации, профилактики и текущего ремонта

### **Введение.**

За прошедшие годы были достигнуты определенные результаты как в разработке нормативных документов, так и в разработке методов контроля и расчета надежности закрытой оросительной сети в целом. Основное направление исследований сохраняется и направлено на бесперебойное обеспечение требуемых расходов воды.

Отечественные исследования в области теории надежности вообще, и в увеличении сроков эксплуатации в частности, отличаются корректной постановкой задачи и строгостью предлагаемых решений. Одновременно с работами по исследованию надежности оросительных систем и закрытых трубопроводов в частности, ведутся инициативные поиски путей практического повышения надежности оборудования и сооружений.

### **Результаты исследований.**

Пионерными исследованиями в этой области можно считать целый ряд фундаментальных работ акад. Ц.Е. Мирцхулавы [4-6]. Им еще в начале 70-х годов впервые заложены основы теории надежности гидромелиоративных

сооружений, которые базируются на теории вероятностей, теории случайных процессов и общей теории надежности технических систем. Дальнейшее развитие методов оценки надежности гидромелиоративных систем и сооружений на них было получено в трудах: В.С. Алтунина, Т.А. Алиева, Е.П. Галямина, В.М. Лятхера, П.И. Коваленко, Ю.М. Косиченко, В.И. Ольгаренко, Ю.П. Поляков, И.И. Науменко, М.Ф. Натальчука, В.И. Ольгаренко, С.С. Савватеева, В.А. Солнышкова, В.Н. Щедрина и др.

В работе В.С. Алтунина и Т.А. Алиева [7] показаны методы оценки надежности работы каналов по вероятности безотказной работы и по допускаемым скоростям.

И.И. Науменко [8] рассмотрел вопросы оценки эксплуатационной надежности систем капельного орошения, насосных станций и гидротехнических сооружений на оросительных системах.

Ю.М. Косиченко [9] на основе обобщения данных натурных наблюдений получил количественные показатели противофильтрационной эффективности и эксплуатационной надежности облицовок оросительных каналов, предложил зависимости для установления технической, эксплуатационной и технологической надежности облицовок.

И.А. Долгушев [10] по результатам проведенных гидравлических исследований оросительных каналов Северного Кавказа предложил способы повышения их эксплуатационной надежности.

Для проведения расчетов, связанных с прогнозированием состояния технических систем в период эксплуатации необходимо, прежде всего, иметь математическую модель рассматриваемой системы. Если такая модель имеется, то необходимые расчетные формулы можно получить путем соответствующих преобразований.

Г.В. Дружинин [11] выделяет следующие способы получения расчетных зависимостей:

- методом интегральных зависимостей;
- методом дифференциальных уравнений;

- методом оценки надежности по графикам изменения состояний системы.

В качестве применения метода интегральных уравнений рассматривается расчет надежности невозстанавливаемой системы с ненагруженным резервом. Чтобы определить показатели надежности с помощью этого метода, необходимо составить и решить систему дифференциальных уравнений вероятностей состояний (уравнения Колмогорова). Основные допущения сводятся к тому, что отказавшие объекты немедленно восстанавливаются, отсутствует ограничение на число восстановлений, и надежность средств контроля теоретически приближена к единице.

А.М. Половко [12] разработал методику нахождения выражений для показателей надежности без составления и решения дифференциальных уравнений. Суть методики заключается в прохождении кратчайшим путем из всех крайних состояний в каждое состояние системы и перемножения всех интенсивностей переходов.

Наиболее фундаментальным трудом по расчетам показателей надежности технических систем и их элементов среди отечественных изданий можно назвать “Справочник по расчетам надежности” Б.А. Козлова и И.А. Ушакова [11]. Авторы предлагают систематизированный комплекс методов расчета показателей надежности технических систем и их элементов. При этом рассматриваются проблемы резервирования, расчеты различных типов взаимодействия элементов, задачи оптимальной профилактики и т.д. Изложенные в работе методы расчета являются универсальными и, естественно, не в полной мере отвечают специфике дождевальной техники.

Ю.А. Ильин [13] рассматривает математическую постановку задач определения производительности систем транспортировки воды с учетом надежности оборудования, входящего в их состав. В результате предлагается модель изменения производительности транспортных систем во времени, позволяющая, при использовании принципа Бельмана для динамического программирования, решать задачи проектирования, когда целевой функцией

является оптимальный вариант системы при ограничениях по производительности.

Проблеме расчета показателей надежности технических систем также посвящены работы А.Ш. Рабиновича, Н.Н. Дмитриюка, Елифанова А.Д. и др.

**Выводы.** Анализ существующих работ по надежности технических систем и опыт эксплуатации закрытой оросительной сети свидетельствуют о том, что вопрос по проведению профилактического обслуживания закрытой оросительной сети не является окончательно решенным. Об этом свидетельствуют отказы трубопроводов в процессе проведения полива, возникающие в результате их износа. При этом отключение трубопроводов для проведения ремонтных операций занимают значительную часть рабочего времени, в результате чего не соблюдается режим орошения сельскохозяйственных культур. А это, в свою очередь, ведет к снижению урожайности. Если характер появления внезапных отказов предсказать невозможно, то износные отказы можно ликвидировать с помощью рационально организованной системы ремонта и обслуживания. Здесь необходимо учитывать и вопросы по профилактическому ремонту закрытых и трубопроводов до возникновения их отказов в конкретных условиях эксплуатации.

В связи с этим данная работа позволяет решить ряд вопросов, включающих вероятностно-статистическое изучение закономерностей возникновения отказов и разработку рациональных методов проведения профилактических ремонтных работ, необходимых для повышения надежности работы закрытых трубопроводов в хозяйствах Саратовской области.

В результате анализа существующих методологий определения надежности технических систем следует отметить, что расчет надежности необходимо проводить для закрытых трубопроводов как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации. Это позволяет грамотно решить вопросы технической эксплуатации, профилактики и текущего ремонта [14].

## Список литературы.

1. Ермоленко В.П., Овчаров Ю.М., Сулименко В.Я. Система ведения агропромышленного производства Саратовской области. - 1996.
2. Техническое состояние мелиоративных систем / Состояние мелиораций сельскохозяйственных земель в Российской Федерации и пути выхода из кризиса. – М., 2000.
3. Сокол П.Г. Восстановление работоспособности стальных трубопроводов бестраншейным методом // Мелиорация и водное хозяйство, № 2. - 2000.
4. Mirtskhoulava Ts. E. Factors affecting River Training (Theory and Methods Calculation) Eighth congress on Irrigation and Drainage, Varna, 1972.
5. Мирцхулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений. - М.: Колос, 1974.
6. Мирцхулава Ц.Е. О надежности крупных каналов. - М.: Колос, 1981.
7. Алтунин В.С., Алиев Т.А. Особенности взвесенесущего потока в канале и расчет надежности. // Гидротехн. строительство, 1989, № 7, с. 11-16.
8. Науменко И.И. и др. Повышение надежности оросительных систем. – Киев: Урожай, 1989. – 93 с.
9. Косиченко Ю.М. Гидравлическая эффективность и экологическая надежность облицованных каналов. // Гидротехническое строительство, 1992, № 12, с. 12-17.
10. Долгушев И.А. Повышение эксплуатационной надежности оросительных каналов. – М.: Колос, 1975. – 136 с.
11. Дружинин Г.В. Надежность устройств автоматики. - М.: Энергия, 1964.
12. Половко А.М., Маликова И.М. Сборник задач по теории надежности. - М.: Советское радио, 1970.
13. Ильин Ю.А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования. – М.: Стройиздат, 1985.
14. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Методы оценки показателей надежности в случае многократно усеченных выборок. Методические рекомендации. М.: Госстандарт, ВНИИНМАШ, 1980.