

УДК 626.8(075).8

Михеева Ольга Валентиновна

ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»
Россия, Саратов¹

Доцент кафедры «Организация и управление инженерными работами, строительство и гидравлика»
Кандидат технических наук
E-Mail: miheevaolya@gmail.com

Шмагина Эльвира Юрьевна

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Россия, Саратов

Кандидат технических наук, доцент
E-Mail: shmagina.e.yu@mail.ru

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Россия, Пермь

Профессор
Доктор технических наук
E-Mail: soni.81@mail.ru

Ильичева Ирина Анатольевна

ГАПОУ СО «Саратовский архитектурно-строительный колледж»
Россия, Саратов

Преподаватель
E-Mail: ilicheva-irina@list.ru

Надежность работы водосбросных трубопроводов

¹ 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77, СГТУ имени Гагарина Ю. А.

Аннотация. В статье представлен расчет фильтрационного расхода в зависимости от изменения поперечного сечения канала. Потери расхода на фильтрацию доказывают, что водоподача изменяется с изменением поперечного сечения канала, в зависимости от этого изменяется устойчивость откосов канала: устойчивость откосов параболической формы сечения обеспечивается очертанием профиля параболы (степенью параболы), полигональная форма сечения канала обеспечивает устойчивость откосов при уменьшении ширины канала поверху по сравнению с трапецеидальным сечением, трапецеидальная форма сечения канала является наиболее устойчивой, так как устойчивость земляных откосов обеспечивается величиной коэффициента заложения. Даны зависимости, которые помогают оценить ложе канала на фильтрационные потери и изменение поперечного сечения, что позволяет повысить долговечность и эффективность работы каналов в земляном русле. По результатам расчета можно сделать следующее заключение, что при изменении поперечного сечения канала фильтрационный расход значительно не изменяется, так как происходит заиление ложа канала, а опасность отказа работы канала – это полное заиление ложа и прекращение водоподачи на орошаемые поля. Степень риска показывает, что в период эксплуатации канала будет наблюдаться повышенный фильтрационный расход, что недопустимо, так как будут разрушены откосы канала, что вызовет подтопление прилегающих территорий.

Ключевые слова: фильтрация; фильтрационный поток; канал; откосы; поперечное сечение; потери расхода; устойчивость откосов; коэффициента заложения; ложе канала; долговечность; эффективность.

Идентификационный номер статьи в журнале 78TVN414

В период расцвета мелиорации в середине 80-х годов орошаемые земли Саратовской области занимали до 6,8% пашни или 481,4 тыс. га регулярного и 61,7 тыс. га лиманного.

Кроме подачи воды в оросительную сеть для полива сельскохозяйственных культур, каналы обеспечивают обводнение 1,5млн. га и водоснабжение 337 тыс. жителей Левобережья.

На орошаемых землях производилось до 20-22% продукции растениеводства, до 45% зеленых и сочных кормов, 100% овощей, 45% картофеля, а в Заволжье до 80% кормов. Мелиорация позволила решить в области проблему кормов, к 1980 году хозяйства полностью отказались от их завоза из других регионов, в результате в общественных хозяйствах стабилизировалось поголовье животных. Закупки мяса возросли на 30%, молока - на 20%. Удалось полностью удовлетворить спрос населения на мясо птицы, яйца, молочные продукты, а также на овощную продукцию необходимого ассортимента. Гарантированный объем собираемой сельскохозяйственной продукции с орошаемых земель гарантировал и запланированный объем собираемых налогов в федеральный и областной бюджеты, закреплял рабочие места в сельском хозяйстве, мясо - молочной и перерабатывающей промышленности.

Изменения в социально-экономической жизни страны в последние годы привели к негативным процессам в сельском хозяйстве, а особенно в мелиорации. Орошаемый клин в Саратовской области сократился с 481,4 тыс. га до 257,6 тыс. га регулярного и с 61,7 тыс. га до 25,1 тыс. га лиманного. Из-за технических неполадок и пришедшей в полную негодность закрытой оросительной сети полив сельскохозяйственных культур, садов и огородов сельхозпредприятий независимо от форм собственности, личных подсобных хозяйств и кооперативов можно проводить на площади 165,0 тысяч гектар.

Мелиоративный комплекс является составной частью единого механизма агропромышленного комплекса области, основное назначение которого:

- увеличение производства кормов в зоне рискованного земледелия, выращивание овощных культур и картофеля;
- основным водоподающим трактом для водообеспеченности и гарантированного водоснабжения Заволжских районов области, где в сельских населенных пунктах проживает более 456 тысяч человек содержится 507 тысяч условных голов скота.

Следует отметить, что мелиоративный комплекс области эксплуатируется более 25 лет. За данный период времени оросительные системы морально и физически устарели, степень изношенности составляет от 70 до 95 процентов.

Кроме того, за период эксплуатации мелиорируемых земель произошли и негативные процессы:

- ухудшение их мелиоративного состояния и хозяйственного использования;
- увеличение площадей с сильно кислыми почвами, на которых ограничивается сельскохозяйственное производство;
- интенсивное заболачивание земель, зарастание их древесно-кустарниковой растительностью;
- реорганизация сельхозпредприятий, процедура банкротства, смена собственников.

Вышеуказанные негативные процессы привели к нарушению правил эксплуатации мелиоративного комплекса области и его сохранности, поэтому в настоящее время стоит задача по восстановлению мелиоративного комплекса Саратовской области. Эта задача будет решаться путём реконструкции уже существующих крупных оросительных систем находящихся в Левобережной части Саратовской области.

Ситуация сложившаяся в агропромышленном комплексе не позволяет делать оптимистические прогнозы и в случае аварийной ситуации на объектах оросительной сети затруднительно будет оперативно выделить необходимые ресурсы для проведения восстановительных работ в требуемые сроки, поэтому необходимо проводить исследования по оценке эксплуатационной надежности сооружений оросительной системы и производить предупредительные мероприятия, обеспечивающие безотказную эксплуатацию на заданный период, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели, соответствующие заданным режимам технического обслуживания и ремонтов.

Качество и надежность работы оросительной системы оказывают определяющее влияние на эксплуатационные режимы орошения и урожайность орошаемых земель.

Основные показатели эксплуатационной надежности (функции гидротехнических сооружений) подразделяются на показатели:

1. Конструктивной надежности – прочность, устойчивость, водонепроницаемость, морозостойкость и др.;
2. Технологической надежности – напор, расход, объем воды в водохранилище, выработка электроэнергии, обеспечение водозабора и водоподачи, пропуск рыбы, и т.д.;
3. Архитектурного соответствия – соблюдение архитектурных форм с учетом ландшафта, фактура поверхности, цвет, внешний вид и др.

Надежность гидротехнических сооружений определяется вышеперечисленными показателями, заложенными в проекте, и качеством выполнения работ при возведении сооружений.

В процессе эксплуатации надежность гидротехнических сооружений может практически оставаться на том же уровне, повышаться или понижаться. В первые годы эксплуатации надежность имеет пониженные значения. В последующие годы наступает период нормальной работы сооружения, когда число отказов уменьшается - 30-70 лет в зависимости от уровня ответственности сооружений. В дальнейшем надежность сооружений снижается, и число отказов возрастает. Надежность гидротехнических сооружений определяется комплексными свойствами: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

Безотказность характеризуется вероятностью сооружения сохранять свою работоспособность в течение заданного времени при некоторых условиях эксплуатации.

Под долговечностью понимается свойство сооружения сохранять свои эксплуатационные показатели (работоспособность) в заданных пределах до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта (момента выхода его из строя). Ремонтпригодность сочетает в себе совокупность времени и стоимости, необходимых для устранения повреждений или отказов.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно находиться в исправном и работоспособном состоянии в течение эксплуатации.

В статье проведено исследование отказов на водосбросных трубопроводах, которые возникают в период эксплуатации.

Применим распределение Пуассона. Для случайной величины с учетом математической статистики распределение Пуассона имеет биномиальное распределение:

$$P_m = C_n^m \cdot \left(\frac{a}{n}\right)^m \cdot \left(1 - \frac{a}{n}\right)^{n-m}$$

При $n \rightarrow \infty$

$$P_m = \lim_{n \rightarrow \infty} C_n^m \cdot \left(\frac{a}{n}\right)^m \cdot \left(1 - \frac{a}{n}\right)^{n-m}$$

Параметр Пуассоновского распределения равен:

$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{a}$, т.е. одновременно математическое ожидание и дисперсия.

Коэффициент вариации распределенной по закону Пуассона равен:

$$v = \frac{1}{\sqrt{a}}$$

Параметр Пуассона может неограниченно изменяться, поэтому:

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ v \rightarrow 0}} np = a$$

Распределение Пуассона (бесконечное, но счетное значение) выражается формулой:

$$P_m = \frac{a^m}{m!} \cdot e^{-a}, (m=0,1,2)$$

Закон Пуассона зависит только от одного параметра a , смысл которого – одновременно математическое ожидание и дисперсия.

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^n}{n!} \cdot e^{-az^n} = e^{-a} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(az)^n}{n!}$$

$$\varphi(z) = e^{-a} \cdot e^{az} = e^{a(z-1)}$$

$$\varphi'(z) = a \cdot e^{-a(z-1)}$$

$$\varphi''(z) = a^2 \cdot e^{a(z-1)}$$

Дисперсию выразим уравнением:

$$D_x = a^2 + a - a^2 = a$$

Интенсивность отказов – отношение числа отказавших элементов в единицу времени к среднему числу элементов, исправно работающих в данном отрезке времени:

$$\lambda_{(t)} = \frac{n_{(\Delta t)}}{N_{cp(\Delta t)}}$$

$n_{(\Delta t)}$ – число отказавших элементов в интервале времени;

$N_{cp(\Delta t)}$ – среднее число исправно работающих элементов в интервале времени (Δt) .

Среднее время между отказами – это математическое ожидание наработки:

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda}$$

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

Математическое ожидание случайной величины равно:

$$x = \sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i$$

Число отказов системы к моменту времени t обозначим $\xi(t)$.

Первый отказ в момент $t_1 \xi(t) = 0$.

Второй отказ в момент $t_2 \xi(t) = 1$.

Третий отказ в момент $t_3 \xi(t) = 2$

Последующие моменты $t_i \xi(t) = i$

$$\xi(t) = 0 \text{ при } 0 < t < t_1$$

$$\xi(t) = 1 \text{ при } t_1 < t < t_2$$

$$\xi(t) = 2 \text{ при } t_2 < t < t_3$$

Реализация процесса является неубывающей ступенчатой функцией. Число отказов за некоторый произвольный, но фиксированный промежуток времени t , $\xi(t)$ - случайная величина.

Вероятность того, что $\xi(t) = n$ обозначим функцией $P_n(t)$, где n - фактическое число отказов.

Число отказов за время t описывается законом Пуассона:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda t}$$

где λ - параметр процесса Пуассона $\lambda = \int_{t_0}^t \lambda(t) dt$

λt - дисперсия числа отказов;

λl - среднее число событий на отрезке трубопровода длиной l - параметр распределения;

l - длина трубопровода.

Обозначим $\bar{n} = n/S$,

где $n = \sum_{i=1}^l n_i$

n_i - случайная величина.

Тогда поток событий выразится следующей формулой:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^l n_i = n$$

Распределение Пуассона

$$A = \sum_{i=1}^l \frac{(n_i - \bar{n})^2}{\bar{n}}$$

где A - частота отказов [16].

Среднее число отказов в зависимости от длины и диаметра трубопровода для мелиоративных трубопроводов \varnothing 160 мм длиной 340 м; \varnothing 250 мм длиной 510 м; \varnothing 315 мм длиной 850 м; \varnothing 355 мм длиной 4460 м представлено в таблицах 1 -2.

Таблица 1

Среднее число отказов в зависимости от длины трубопровода

Длина l , км	Число повреждений, n_i	Среднее число отказов в год	λ на 1 км
0,34	33	0,33	0,970
0,51	38	0,38	0,745
0,85	44	0,44	0,517
4,46	62	0,62	0,139

Таблица 2

Среднее число отказов в зависимости от диаметра трубопровода

	Число повреждений, n_i	Среднее число отказов в год	λ
160	62	0,62	0,0038
250	44	0,44	0,0017
315	38	0,38	0,0012
355	33	0,33	0,0009

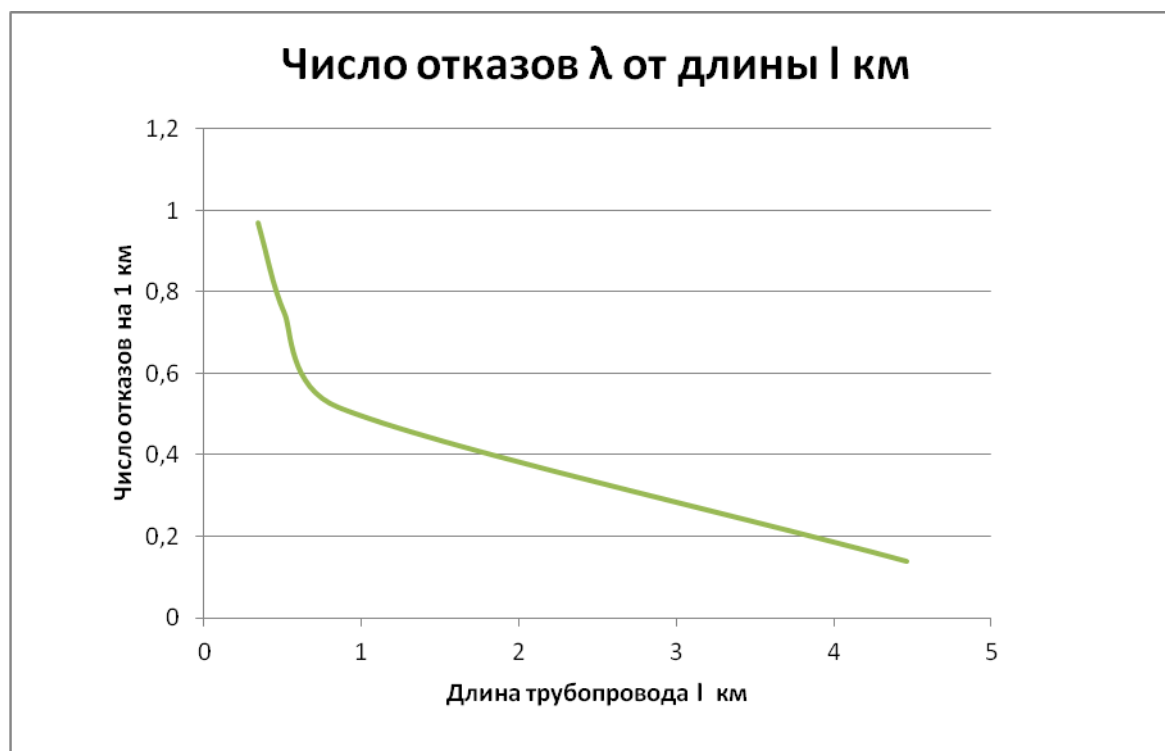


Рис. 1. Осредненные значения повреждений трубопровода по числу отказов от длины трубопровода

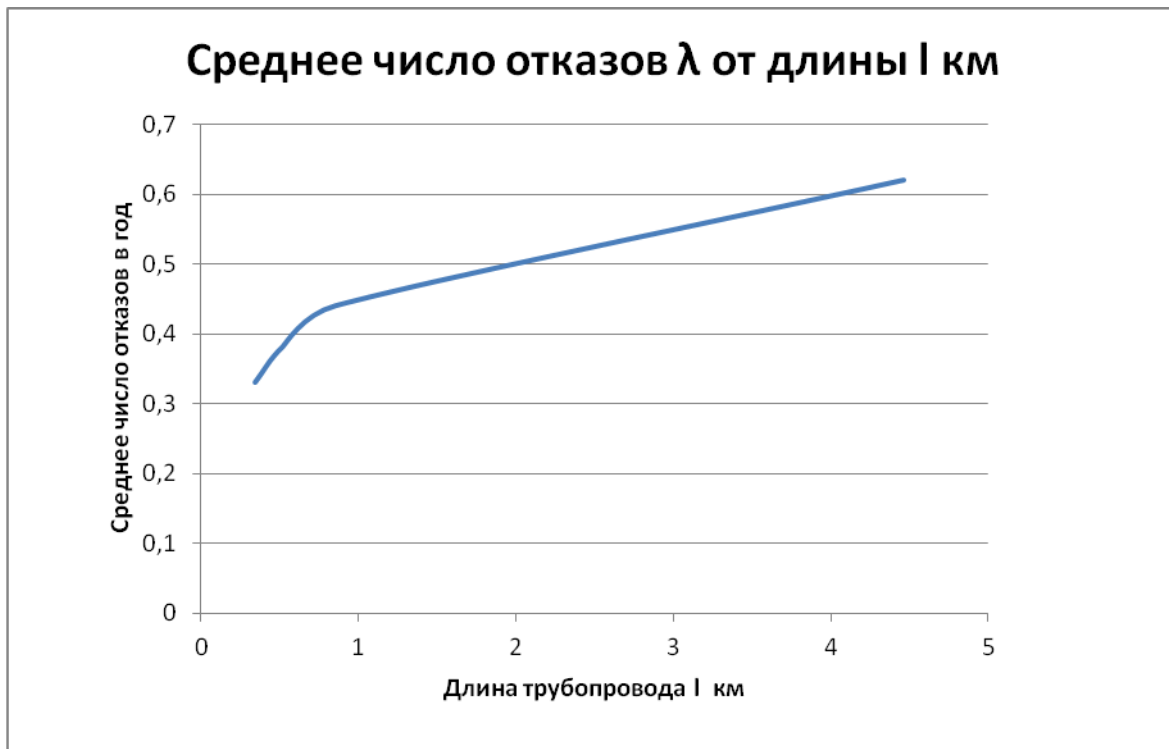


Рис. 2. Осредненные значения повреждений трубопровода по среднему числу отказов от длины трубопровода

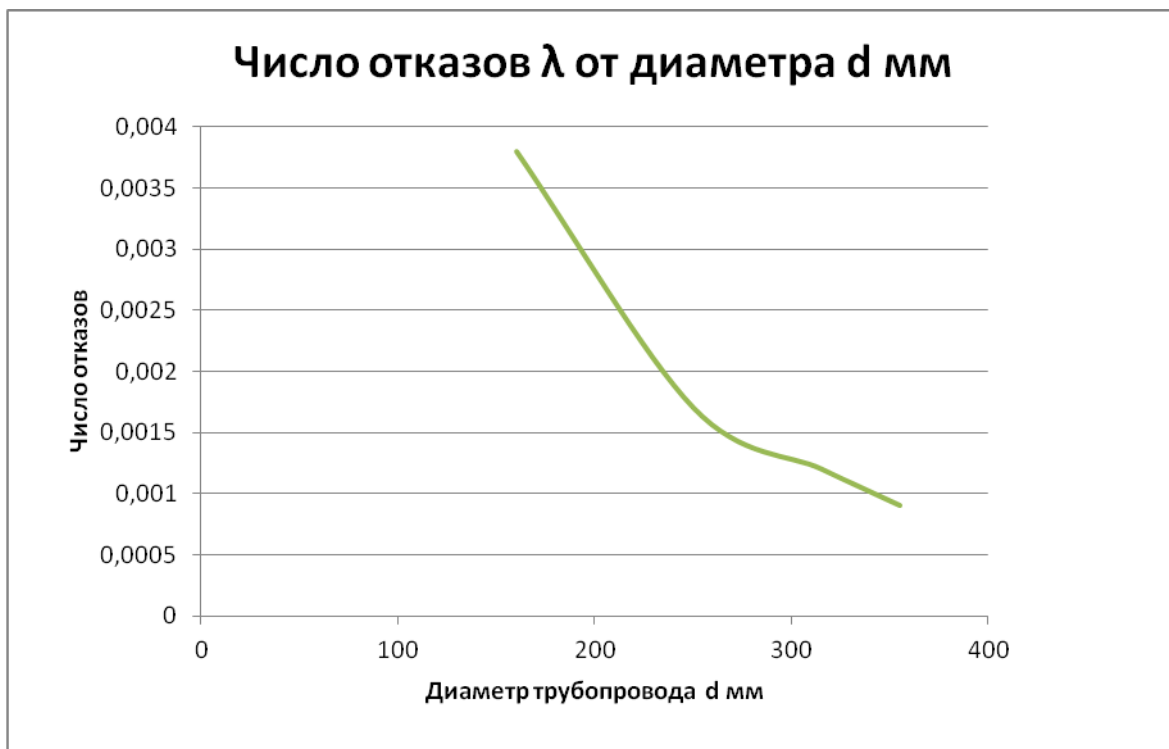


Рис. 3. Осредненные значения повреждений трубопровода по числу отказов от диаметра трубопровода

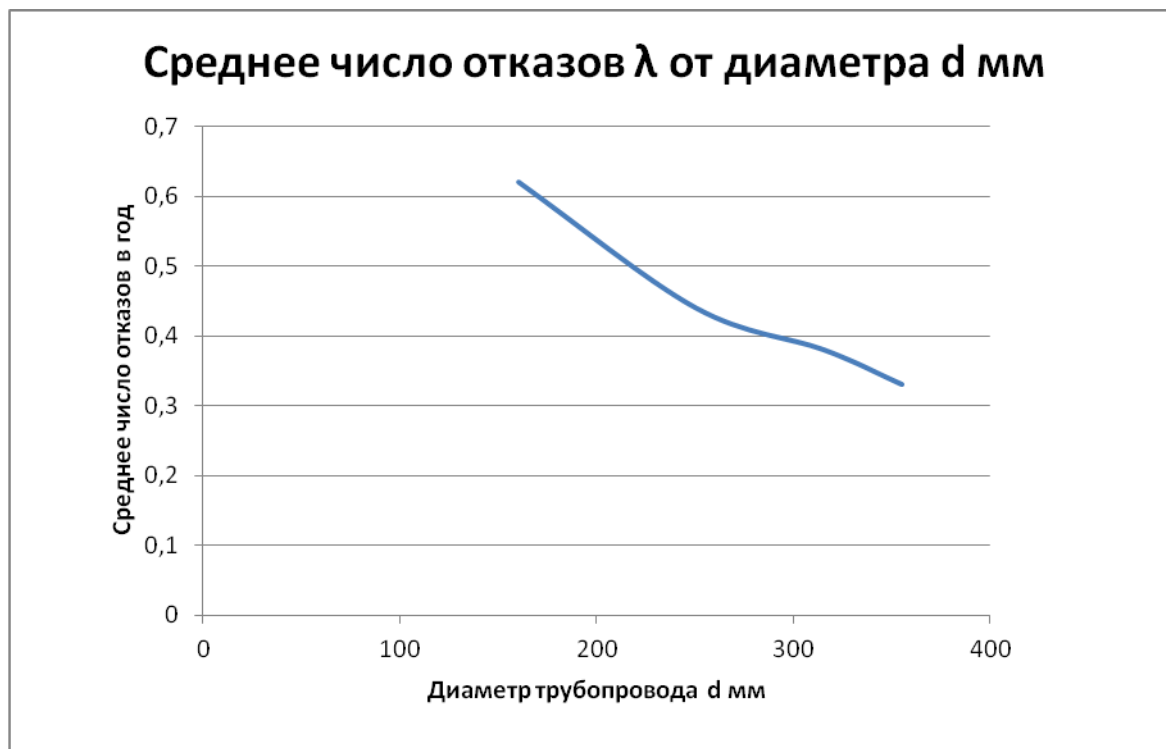


Рис. 4. Осредненные значения повреждений трубопровода по среднему числу отказов от диаметра трубопровода

Данные расчеты показали, что в течение одного года вероятен один прорыв на водосбросном трубопроводе длиной 1 км.

Процесс эксплуатации и условия восстановления трубопроводов имеют существенные специфические особенности. Отказы каждого участка трубопроводов происходят во времени совершенно случайно, образуя поток случайных событий, такой поток событий относится к дискретным случайным процессам, но отдельные отказы являются независимыми. Надежность работы водосбросных трубопроводов – это основное свойство показателей качества функционирования данной системы в целом. Реализация процесса функционирования системы характеризуется показателями качества, то есть степенью удовлетворения нужд водопотребителей. При анализе и расчете надежности трубопроводов выяснили появления потока отказов. Таким образом, необходим своевременный и оперативный анализ состояния трубопровода, позволяющий определить необходимость ремонтных мероприятий и назначения новых технологий ремонта.

Более полно тематика технического риска и надежности транспортных сооружений раскрыта в работах [8-15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Михеева, О.В. К вопросу об отказах закрытых оросительных систем. [Текст] / О.В. Михеева, Н.М. Колосова // Международный научно-практический журнал, №1(20), часть 2 – Екатеринбург, 2014 – С.63-64.
2. Михеева, О.В. Инженерная оценка надежности эксплуатационного состояния трубопроводов на оросительных системах / Михеева О.В., Колосова Н.М. // Научная жизнь. 2013. № 5. С. 33-37.
3. Затиначий, С.В. Разработка и создание информационно-советующей службы обеспечения ресурсосберегающего нормирования орошения сельскохозяйственных культур [текст] / С.В. Затиначий, О.В. Михеева// Научная жизнь-3/2012, 152 с. – С. 132-134.
4. Шмагина, Э.Ю. К вопросу об эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений Саратовской области // Э.Ю. Шмагина, О.В. Михеева, И.А. Ильичева// Техническое регулирование в транспортном строительстве. – № 2–2013. (электронный сборник).
5. Михеева, О.В. Оценка эксплуатационной надежности автодороги. [Текст] / О.В. Михеева, Э.Ю. Шмагина // Основы рационального природопользования (Материалы IV международной научно-практической конференции (ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ») - Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013.- С 374-376.
6. Затиначий, С.В. Исследование гидродинамической аварии водохранилищ малых рек Саратовского Заволжья (на примере Чапаевского водохранилища Саратовской области). [Текст] / С.В. Затиначий, О.В. Михеева // Science in the modern information society II Vol. 2 Материалы II международной научно-практической конференции Наука в современном информационном обществе. – CreateSpace, 4900LaCross Road, North Cyfuieston, SC, USA 29406, 2013. С.144-156.
7. Михеева О.В., Ильичева И.А. К вопросу об эксплуатации водохозяйственных сооружений. Вавиловские чтения 2009. // Материалы научно-практической конференции. Саратов, 2009. С.242-244.
8. Стандартизация испытаний строительных, дорожных материалов и изделий / Челпанов И.Б., Евтеева С.М., Талалай В.В., Кочетков А.В., Юшков Б.С. // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2011. № 2. С. 57-68.
9. Состояние современного методического обеспечения расчета и конструирования дорожных одежд / Кочетков А.В., Кокодеева Н.Е., Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Шашков И.Г. Транспорт. // Транспортные сооружения. Экология. 2011. № 1. С. 65-74.
10. Методологические основы оценки технических рисков в дорожном хозяйстве / Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Янковский Л.В., Аржанухина С.П. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета // Прикладная экология. Урбанистика. 2011. № 3. С. 38-49.
11. Анализ срока службы современных цементных бетонов / Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Полянский В.Г., Соколова Е.Р., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В.,

- Янковский Л.В. // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 92.
12. Формирование научно-инновационной политики дорожного хозяйства / Сухов А.А., Карпеев С.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П. // Инновационная деятельность. 2010. № 3. С. 41.
 13. Управление состоянием автомобильных дорог на основе оценки и мониторинга риска «недоремонта» / Тарнакин Е.И., Кочетков А.В., Сухов А.А., Гладков В.Ю. // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 3 (12). С. 27.
 14. Нормативное и технологическое развитие инновационной деятельности дорожного хозяйства / Аржанухина С.П., Кочетков А.В., Козин А.С., Стрижевский Д.А. // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4 (13). С. 69.
 15. Совершенствование структуры отраслевой диагностики федеральных автомобильных дорог / Аржанухина С.П., Кочетков А.В., Козин А.С., Стрижевский Д.А. // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4 (13). С. 70.

Рецензент: Ермолаева Вероника Викторовна, к.т.н., доцент Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

Olga Mikheyeva

FSBEI HPE Saratov state agrarian university of N. I. Vavilov
Russia, Saratov
E-Mail: miheevaolya@gmail.com

Elvira Shmagina

Federal state educational institution of higher professional education «Saratov state technical University named after Y.A. Gagarin»
Russia, Saratov
E-Mail: shmagina.e.yu@mail.ru

Andrey Kochetkov

Perm national research polytechnical university
Russia, Perm
E-Mail: soni.81@mail.ru

Irina Ilicheva

Saratov architectonically-building college
Russia, Saratov
E-Mail: ilicheva-irina@list.ru

Reliability of operation of water waste pipelines

Abstract. The article presents the calculation of the filtration flow depending on the changes in cross-section of the channel. Loss expense filtering prove that water supply will be changed with cross section of the channel, depending on this changes the stability of slopes canal: stability of slopes parabolic-shaped cross-section provides an outline of the profile of the parabola (degree parabola), polygonal shape of the cross section of the channel provides stability of slopes while reducing bandwidth on top compared with trapezoidal cross-section, trapezoid shape of the cross section of the channel is the most stable, as the stability of earth slopes is provided by the value of the coefficient of pledging. Given the dependence, which help to evaluate the bed of the channel on filtration losses and edit cross-section, which improves the durability and efficiency of channels in earthen channel. According to the results of the calculation, you can make the following conclusion that changes to a cross section of the channel filtration consumption does not significantly change as a result of siltation of the bed of the channel, but the risk of failure of the channel is full bed siltation and termination of water supply to irrigated fields. The risk level shows that in the period of operation of the channel will be increased filtration rate, which is not acceptable, as it will be destroyed slopes of the channel, which will cause the flooding of adjacent territories.

Keywords: filtration; filtration flow; channel; slopes; cross-section; loss of consumption; the stability of slopes; coefficient of burial; the bed of the channel; durability; efficiency.

Identification number of article 78TVN414

REFERENCES

1. Miheeva, O.V. K voprosu ob otkazah zakrytyh orositel'nyh sistem. [Tekst] /O.V. Miheeva, N.M. Kolosova // Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskiy zhurnal, №1(20), chast' 2 – Ekaterinburg, 2014. – S.63-64.
2. Miheeva, O.V. Inzhenernaya otsenka nadezhnosti ekspluatatsionnogo sostoyaniya truboprovodov na orositel'nyh sistemah / Miheeva O.V., Kolosova N.M. // Nauchnaya zhizn'. 2013. № 5. S. 33-37.
3. Zatinatskiy, S.V. Razrabotka i sozдание informatsionno-sovetuyushey sluzhby obespecheniya resursoberegayushego normirovaniya orosheniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur [tekst]/ S.V. Zatinatskiy, O.V. Miheeva // Nauchnaya zhizn'-3/2012, 152 s. S.132-134.
4. Shmagina, E.Yu. K voprosu ob ekspluatatsionnoy nadezhnosti gidrotehnicheskikh sooruzheniy Saratovskoy oblasti // E.Yu. Shmagina, O.V. Miheeva, I.A. Ilicheva// Tehnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve. – № 2– 2013. (elektronnyj sbornik).
5. Miheeva, O.V. Otsenka ekspluatatsionnoy nadezhnosti avtodorogi. [Tekst] / O.V. Miheeva, E.Yu. Shmagina// Osnovy ratsional'nogo prirodopol'zovaniya (Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (FGBOU VPO «Saratovskiy GAU») - Saratov: Izdatel'stvo «Saratovskiy istochnik», 2013.- S. 374-376.
6. Zatinatskiy, S.V. Issledovanie gidrodinamicheskoy avarii vodohranilisch malyh rek Saratovskogo Zavolzh'ya (na primere Chapaevskogo vodohranilisha Saratovskoy oblasti). [Tekst] / S.V. Zatinatskiy, O.V. Miheeva // Science in the modern information society II Vol. 2 Materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Nauka v sovremennom informatsionnom obschestve. – CreateSpace, 4900 LaCross Road, North Cyfuieston, SC, USA 29406, 2013. S.144-156.
7. Miheeva O.V., Ilicheva I.A. K voprosu ob ekspluatatsii vodohozyaystvennykh sooruzheniy. Vavilovskie chteniya 2009. Matarialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saratov, 2009. S.242-244.
8. Standartizacija ispytaniy stroitel'nyh, dorozhnyh materialov i izdelij / Chelpanov I.B., Evteeva S.M., Talalaj V.V., Kochetkov A.V., Jushkov B.S. // Transport. Transportnye sooruzheniya. Jekologija. 2011. № 2. S. 57-68.
9. Sostojanie sovremennogo metodicheskogo obespechenija rascheta i konstruirovaniya dorozhnyh odezhd / Kochetkov A.V., Kokodeeva N.E., Rapoport P.B., Rapoport N.V., Shashkov I.G. Transport. // Transportnye sooruzheniya. Jekologija. 2011. № 1. S. 65-74.
10. Metodologicheskie osnovy ocenki tehnicheskikh riskov v dorozhnom hozjajstve / Kokodeeva N.E., Talalaj V.V., Kochetkov A.V., Jankovskij L.V., Arzhanuhina S.P. // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta // Prikladnaja jekologija. Urbanistika. 2011. № 3. S. 38-49.
11. Analiz sroka sluzhby sovremennykh cementnykh betonov / Rapoport P.B., Rapoport N.V., Poljanskij V.G., Sokolova E.R., Garibov R.B., Kochetkov A.V., Jankovskij L.V. // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. № 4. S. 92.
12. Formirovanie nauchno-innovacionnoj politiki dorozhnogo hozjajstva / Suhov A.A., Karpeev S.V., Kochetkov A.V., Arzhanuhina S.P. // Innovacionnaja dejatel'nost'. 2010. № 3. S. 41.

13. Upravlenie sostojaniem avtomobil'nyh dorog na osnove ocenki i monitoringa riska «nedoremonta» / Tarnakin E.I., Kochetkov A.V., Suhov A.A., Gladkov V.Ju. // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2012. № 3 (12). S. 27.
14. Normativnoe i tehnologicheskoe razvitie innovacionnoj dejatel'nosti dorozhnogo hozjajstva / Arzhanuhina S.P., Kochetkov A.V., Kozin A.S., Strizhevskij D.A. // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2012. № 4 (13). S. 69.
15. Sovershenstvovanie struktury otraslevoj diagnostiki federal'nyh avtomobil'nyh dorog / Arzhanuhina S.P., Kochetkov A.V., Kozin A.S., Strizhevskij D.A. // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2012. № 4 (13). S. 70.