

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Чернявская А.Е., Кузнецов Е.В.

Кубанский государственный аграрный университет

Краснодар, Россия

INCREASE OF RELIABILITY OF THE CLOSED IRRIGATING SYSTEM

Chernyavskaya A.E., Kuznetsov E.V.

Kuban State Agrarian University

Krasnodar, Russia

Расчет надежности и эксплуатационной основных элементов участка оросительной системы обычно производится на основе статистических материалов, собранных на действующей системе [1].

Оросительная система, состоящая из многих элементов, соединенных между собой как последовательно, так и параллельно, относится к сложным системам. Выход из строя хотя бы одного составного элемента оказывает определенное влияние на надежность и эксплуатационную эффективность всей системы либо её фрагмента. Таким образом, важным для оценки состояния надежности системы является выявление степени влияния, которое оказывает надежность отдельных элементов на систему в целом.

Водоподводящую сеть разбиваем на участки, которые будут ограничиваться точками водовыдела (рис. 1). Расчеты по оценке надежности и эффективности функционирования ведутся для каждого из участков (на рис. 1 - S1, S2, S3 и т.д.). Подобный подход к оценке эксплуатационной эффективности водоподводящей сети позволит сделать объективные выводы о состоянии водопроводящей сети на рассматриваемом участке оросительной системы.

В условиях дефицита финансовых средств на эксплуатацию сети, актуальной представляется задача определения наиболее важных элементов, поддержание которых в работоспособном состоянии позволит обеспечить наибольшую надежность функционирования всей системы и свести к минимуму потери урожая.

На первом этапе оценки надежности участка оросительной системы необходимо построение структурной иерархической схемы, которая дает общее представление о влиянии каждого из ключевых элементов на эксплуатационную эффективность системы в целом. Для построения обоснованной иерархической схемы необходимо рассчитать показатель эксплуатационного влияния для каждого элемента по формуле [1]:

$$K_{\Theta} = \frac{n}{N} + \frac{s}{S_{Общ}}, (1)$$

где n - количество элементов, эффективность работы которых зависит от надежной работы рассматриваемого элемента;

N - общее количество элементов;

s - количество площадей, на качественный полив которых влияет надежность рассматриваемого элемента;

$S_{\text{общ}}$ - общая площадь орошаемых земель, полив которых обеспечивает рассматриваемый участок оросительной системы.

Рассматриваемый участок оросительной сети ООО «Сельхоз -Галан» (рис 1) включает следующие элементы: магистральный канал, водозабор, насосную станцию, разводящие трубопроводы. Рассматриваемый участок оросительной системы обеспечивает полив сельскохозяйственных земель на площади 1609 га. Полив ведется Круговыми дождевальными машинами производства LindSay. Таким образом, для построения иерархической схемы участка оросительной системы необходимо рассчитать коэффициент эксплуатационного влияния для каждого из ключевых элементов:

$$Kэ(S0) = \frac{53}{54} + \frac{1609}{1609} = 1,981; Kэ(S2) = \frac{9}{54} + \frac{267}{1609} = 0,332;$$

$$Kэ(S1) = \frac{43}{54} + \frac{1342}{1609} = 1,63... Kэ(S4.4) = \frac{5}{54} + \frac{389}{1609} = 0,335.$$

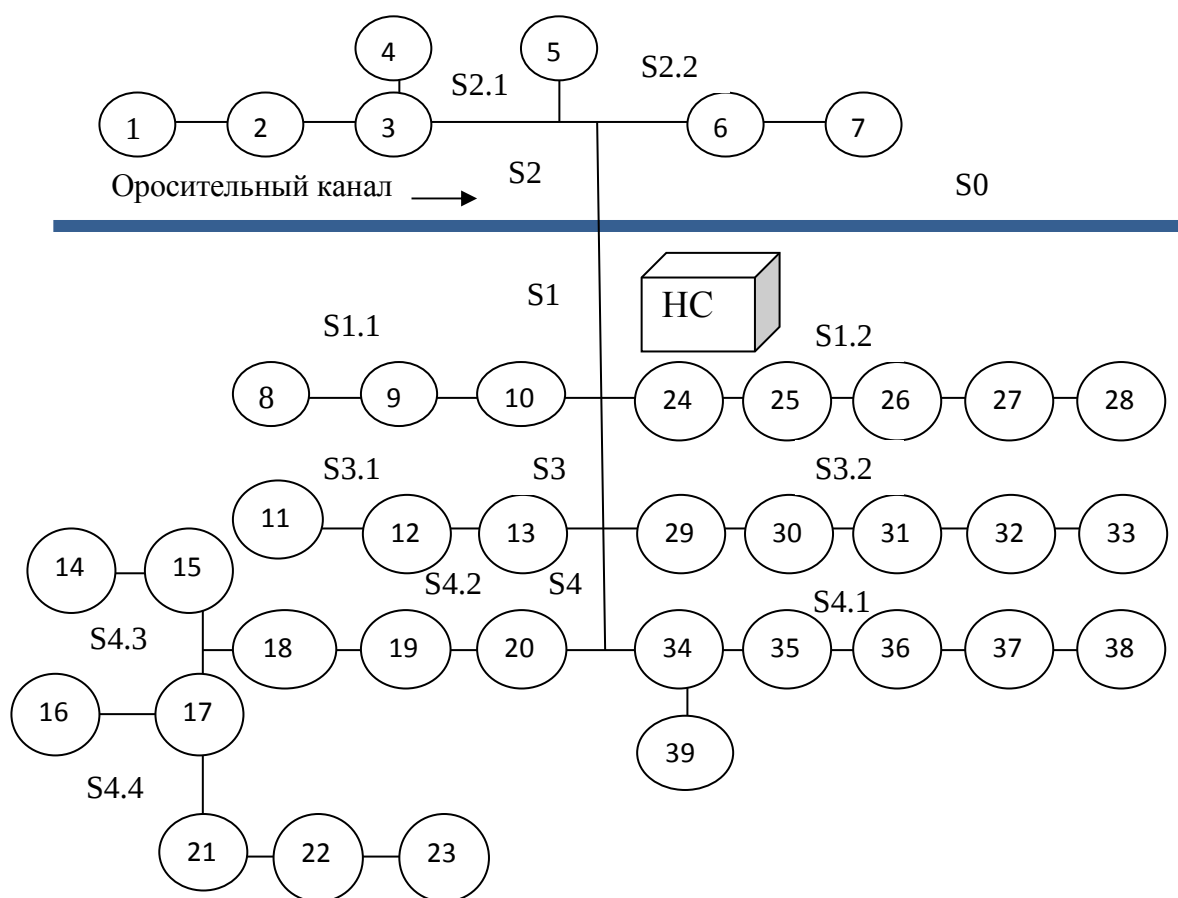


Рисунок 1 – Схема участка оросительной системы ООО «Сельхоз - Галан»

Расчетная схема дает представление о влиянии эксплуатационной надежности каждого элемента на эксплуатационную эффективность всей системы в целом.

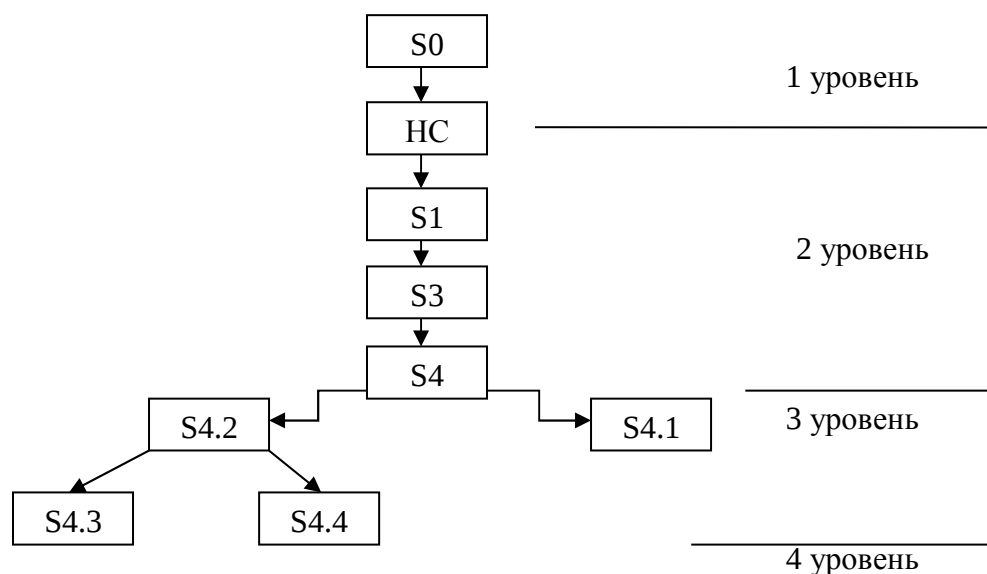


Рисунок 2 - Иерархическая структура участка оросительной системы

Для расчетных участков построена структурная схема (рис.2). Структурная схема может быть разделена на несколько уровней. На первом уровне находятся элементы надежность и эксплуатационная эффективность, которых является жизненно важным для всей системы. На втором уровне находятся элементы, эксплуатационная эффективность которых является жизненно важным для элементов межхозяйственных участков. На третьем уровне находятся элементы, надежность которых важна для эффективной эксплуатации внутрихозяйственной сети. На четвертом уровне находятся дождевальные машины надежность каждой из которых, оказывает влияние только на эффективность полива части орошаемого массива, что в масштабах всего рассматриваемого участка закрытой оросительной системы представляется достаточно незначительным.

Структурная иерархическая схема позволяет выбрать последовательность расчета для оценки надежности и эксплуатационной эффективности элементов участка оросительной системы, а также сделать объективный вывод о состоянии системы в целом.

Оросительная система представляет собой последовательно-параллельную структуру, эффективность функционирования которой при работоспособном состоянии всех основных элементов и узлов равна 100 %. Уровень влияния элемента на работоспособность системы определяется его положением в иерархической схеме элементов оросительной системы. Таким образом, уровень влияния магистрального канала принимает значение, равное 100 %, т.е. если магистральный канал не обеспечивает требуемой надежности, то и эксплуатационная надежность всей системы будет находиться на неудовлетворительном уровне даже при условии высокой надежности других элементов

системы. На следующем уровне иерархической структуры находится такой элемент, как магистральный трубопровод. При наличии нескольких основных трубопроводов в рассматриваемом участке оросительной системы, эксплуатационное влияние каждого из этих элементов будет [1]:

$$P_{эв} = \frac{100\%}{n_t}, (2)$$

где $P_{эв}$ - показатель эксплуатационного влияния;

n_t - количество участков трубопровода на рассматриваемом участке системы.

Большое влияние на эксплуатационную эффективность системы будет оказывать такой элемент, как насосная станция, уровень влияния которой на эксплуатационную эффективность системы будет зависеть от ее местонахождения. Уровень влияния основных трубопроводов будет определяться из отношения [1]:

$$P_{эвот} = \frac{P_{эв}}{n_{ут}}, (3)$$

где $P_{эвот}$ - показатель эксплуатационного влияния основного трубопровода,

$n_{ут}$ - количество участков трубопровода на рассматриваемом участке системы.

Используя данный подход к определению влияния надежности каждого элемента на надежность системы в целом, можно получить значения эксплуатационной эффективности системы в процентах и сделать вывод о её надежности.

Решение степени влияния элементов системы представляет:

$S1=82\%$, $S1.1=7,7\%$, $S1.2=13\%$, $S2=18\%$, $S2.1=13\%$, $S2.2=5\%$, $S3=61,3\%$,
 $S3.1=7,7\%$, $S3.2=13\%$, $S4=40,6\%$, $S4.1=15\%$; $S4.2=25,6\%$, $S4.3=5\%$, $S4.4=13\%$,
 $HC=100\%$.

Степень влияния надежности каждой дождевальная машины равна 2,5%.

Таким образом, если такой элемент, как участок основного трубопровода $S1$, не обеспечивает необходимый объем подачи воды из-за неудовлетворительного состояния параметров надежности, то можно говорить о снижении эффективности функционирования системы на 82 % даже при достаточно высоких показателях надежности других элементов системы.

Используя данный подход к определению влияния надежности каждого элемента на надежность системы в целом можно легко получить значение эксплуатационной эффективности системы в процентах и сделать вывод о ее состоянии.

Литература

1. Щедрин, В.Н. Эксплуатационная надежность оросительных систем / В.Н. Щедрин, Ю.М. Косиченко, А.В. Колганов. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.— 388 с.