

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ НАДЁЖНОСТИ АСУ ТП ОБЪЕКТОВ

Яковлева Анастасия Евгеньевна

Бизюкова Елизавета Евгеньевна

Коковин Никита Андреевич

студенты магистратуры

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

Аннотация. Одной из важнейших проблем, направленных на повышение продуктивности производств, является улучшение качества и надёжности систем, применяемых в промышленности. Установление и достижение требуемого уровня надёжности разрабатываемых и эксплуатируемых АСУ ТП является важнейшей задачей при создании систем. Её решение требует проведения специального комплекса работ, выполняемых на различных стадиях разработки и функционирования АСУ ТП.

Ключевые слова. АСУ ТП, расчёт надёжности, программный комплекс, АРБИТР, диаграмма.

На основании структуры системы контроля и управления технологическими процессами объектов перевооружения СИКНС на УПСВ «Бобровка» Бобровской УПН построена схема функциональной целостности системы АСУТП.

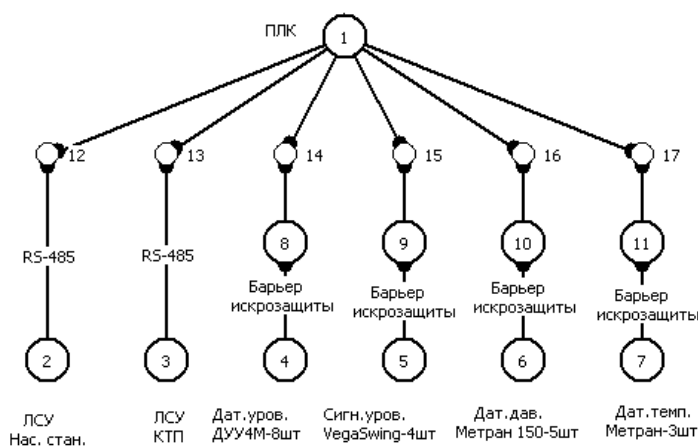


Рисунок 1. Схема функциональной целостности АСУ ТП

Функцию обмена информации с ЛСУ станции управления насосной станции пожаротушения реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1) и ЛСУ станции (поз. 2). Логический критерий реализации функции обмена информации с ЛСУ станции представлен как $Y_c = y_{12}$. Результаты моделирования и расчёта:

- $KГс = 0.99998946792$ - коэффициент готовности системы;
- $T_{ос} = 94947$ час (10.84 год) - средняя наработка на отказ;
- $T_{вс} = 1$ час - среднее время восстановления системы;

- $W_c=0.092262$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Q_c(8760.00)=0.088134$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 2.

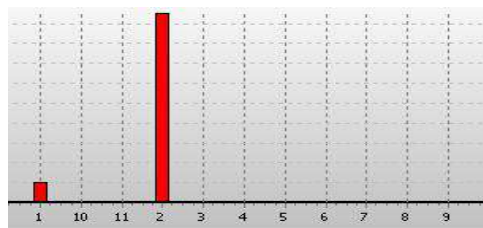


Рисунок 2. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента 2 (ЛСУ станции управления насосной). Функцию обмена информации с ЛСУ КТП реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1), ЛСУ КТП (поз. 3). Логический критерий реализации функции обмена информации с ЛСУ КТП представлен как $Y_c = y_{13}$. Результаты моделирования и расчёта:

- $KГс=0.999991370473$ - коэффициент готовности системы;
- $T_{ос}=115880$ час (13.23 год) - средняя наработка на отказ;
- $T_{вс}=1$ час - среднее время восстановления системы;
- $W_c=0.075595$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Q_c(8760.00)=0.072809$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 3.

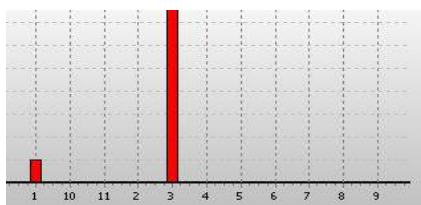


Рисунок 3. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента 3 (ЛСУ КТП). Функция контроля уровня в резервуарах (РВС 2000 РВС 1000), в резервуарах противопожарного запаса воды (РВС 1200 2 шт), в дренажной ёмкости ЕД 3 и ёмкости для сбора сточных вод реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1), датчик уровня (поз. 4), барьер искробезопасности (поз. 8). Логический критерий реализации функции представлен как $Y_c = y_{14}$. Результаты моделирования и расчёта для одного датчика:

- $KГс=0.999988291076$ - коэффициент готовности системы;
- $T_{ос}=85404$ час (9.749 год) - средняя наработка на отказ;
- $T_{вс}=1$ час - среднее время восстановления системы;

- $W_c=0.102571$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Q_c(8760.00)=0.097486$ - приближенная вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 4.

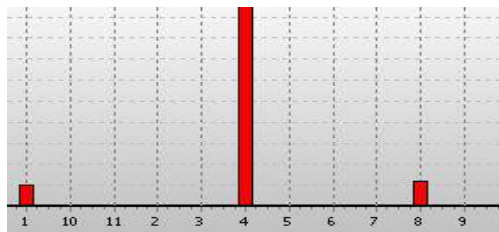


Рисунок 4. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента 4 (датчика уровня).

Результаты моделирования и расчёта для всех датчиков уровня:

- $KG_c=0.999913466502$ - коэффициент готовности системы;
- $T_{oc}=11555$ час (1.319 год) - средняя наработка на отказ;
- $T_{вс}=1.00004$ час - среднее время восстановления системы;
- $W_c=0.758069$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Q_c(8760.00)=0.531430$ - приближенная вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 5.

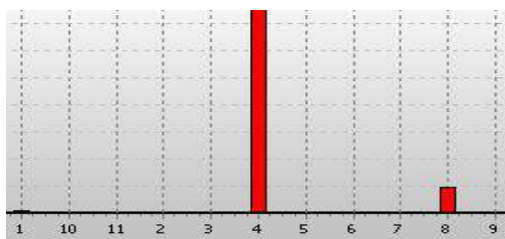


Рисунок 5. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элементов 4 (датчиков давления). Функция сигнализации уровня в резервуарах реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1), сигнализатор уровня (поз. 5), барьер искробезопасности (поз. 9). Логический критерий реализации функции представлен как $Y_c = y_{15}$. Результаты моделирования и расчёта для одного сигнализатора:

- $KG_c=0.999988291076$ - коэффициент готовности системы;
- $T_{oc}=85404$ час (9.749 год) - средняя наработка на отказ;
- $T_{вс}=1$ час - среднее время восстановления системы;
- $W_c=0.102571$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Q_c(8760.00)=0.097486$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 6.

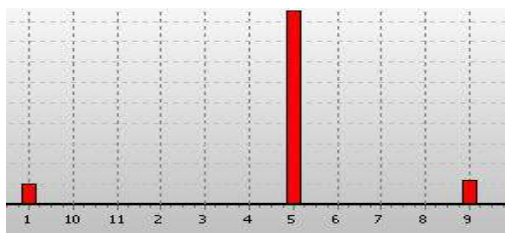


Рисунок 6. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента 5 (сигнализатора уровня).

Результаты моделирования и расчёта для всех сигнализаторов уровня:

- $KГс=0.999956222716$ - коэффициент готовности системы;
- $Tос=22842$ час (2.608 год) - средняя наработка на отказ;
- $Tвс=1.00002$ час - среднее время восстановления системы;
- $Wс=0.383499$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Qс(8760.00)=0.318527$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 7.

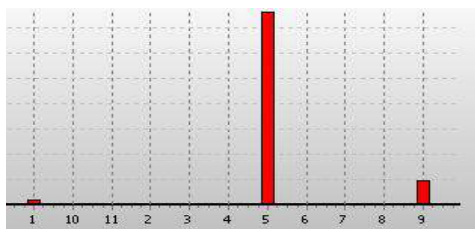


Рисунок 7. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элементов 5 (сигнализаторов уровня). Функция контроля давления на нефтяных резервуарах, в насосной станции и дренажной ёмкости реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1), датчик давления (поз. 6), барьер искробезопасности (поз. 10). Логический критерий реализации функции представлен как $Yс= y16$. Результаты моделирования и расчёта для одного датчика давления:

- $KГс=0.999987790406$ - коэффициент готовности системы;
- $Tос=81901$ час (9.35 год) - средняя наработка на отказ;
- $Tвс= 1$ час - среднее время восстановления системы;
- $Wс=0.106957$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Qс(8760.00)=0.101436$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 8.

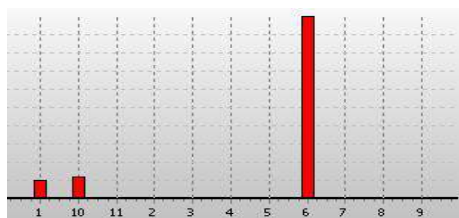


Рисунок 8. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента 6 (датчика давления).

Результаты моделирования и расчёта для всех датчиков давления:

- $KГс = 0.99994303025$ - коэффициент готовности системы;
- $Tос = 17552$ час (2.004 год) - средняя наработка на отказ;
- $Tвс = 1.00002$ час - среднее время восстановления системы;
- $Wс = 0.499071$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Qс(8760.00) = 0.392906$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 9.

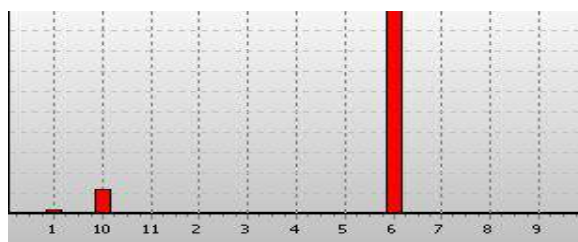


Рисунок 9. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элементов 6 (датчиков давления). Функция контроля температуры в нефтяных резервуарах и в дренажной ёмкости реализует контур, в состав которого входят контроллер (поз. 1), датчик температуры (поз. 7), барьер искробезопасности (поз. 11). Логический критерий реализации функции представлен как $Yс = y17$. Результаты моделирования и расчёта для одного датчика температуры:

- $KГс = 0.999990193627$ - коэффициент готовности системы;
- $Tос = 101973$ час (11.64 год) - средняя наработка на отказ;
- $Tвс = 1$ час - среднее время восстановления системы;
- $Wс = 0.085905$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Qс(8760.00) = 0.082318$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 10.

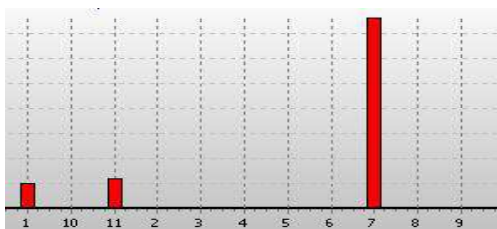


Рисунок 10. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элемента (датчика температуры).

Результаты моделирования и расчёта для всех датчиков температуры:

- $KГс=0.999972619596$ - коэффициент готовности системы;
- $Tос=36521$ час (4.169 год) - средняя наработка на отказ;
- $Tвс=1.00001$ час - среднее время восстановления системы;
- $Wс=0.239856$ - частота (средняя интенсивность) отказов (1/год);
- $Qс(8760.00)=0.213259$ - приближённая вероятность отказа.

Диаграмма вкладов элементов функции представлена на рисунке 11.

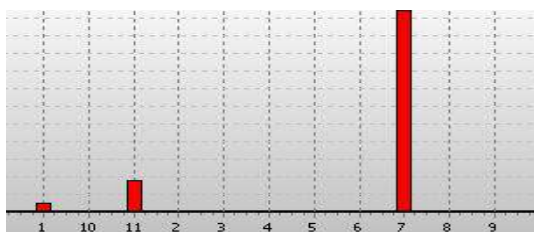


Рисунок 11. Диаграмма положительных вкладов элементов

Из диаграммы следует, что наибольший вклад в увеличение надёжности реализации этой функции может дать решение по повышению надёжности элементов (датчиков температуры).

Произведённый анализ позволяет сделать вывод, что наиболее значимым элементом системы являются локальные системы управления, полевые приборы и средства связи. Повышение численных характеристик надёжности системы может быть достигнуто резервированием (горячим, холодным) значимых элементов применительно к средствам КИП и использованием ЛСУ блочно-комплектного оборудования с более высокими показателями надёжности, по сравнению с приведённым в расчёте.

Список литературы:

1. Математическое моделирование оценки надёжности технологических систем//URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-otsenki-nadezhnosti-tehnologicheskikh-sistem/viewer>
2. ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надёжность автоматизированных систем управления. Основные положения // URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-24-701-86>

3. О программе «ПК АРБИТР» // URL: <https://szma.com/arbitr/o-programme/>