

Формальный подход к определению оптимальных значений апертур телеизмерений

А.Г. Зебзеев

аспирант¹, ведущий инженер²
zebzeevag@nipineft.tomsk.ru

¹НИ ТПУ, Томск, Россия

²ОАО «ТомскНИПинефть», Томск, Россия

Инфраструктура нефтедобывающих предприятий, как правило, является распределенной с территориально отдаленными объектами. При реализации передачи данных со всех объектов на один диспетчерский пункт могут возникнуть проблемы, связанные с недостаточным быстродействием системы. В данной работе рассматривается вопрос применения режима спорадической передачи. Для устранения большой загруженности каналов связи и обеспечения нормального режима работы предлагается использование оптимизационных методов динамического определения основных характеристик спорадической передачи — апертур телеизмерений.

Материалы и методы

Ставится задача оптимального управления передачей данных на основе разработанной методики прогнозирования величины загруженности каналов связи.

Ключевые слова

спорадическая передача данных, апертура телеизмерений, критерий оптимальности

Введение

Автоматизация распределенных объектов накладывает определенные требования к составу технических средств и функциональным характеристикам автоматизированной системы управления. Низкая скорость передачи данных отрицательно влияет на быстродействие системы, а развертывание высокоскоростной связи сопряжено с большими временными и денежными затратами. Поэтому для распределенных технологических объектов характерно применение систем телемеханики. Известно [1], что распределенные системы и особенно системы телемеханики критичны к тому, как построен опрос контроллеров. Если он осуществляется по жесткой циклограмме с централизованным распределением, то происходят значительные задержки передачи информации и выдачи управляющих воздействий. Такой режим отвечает требованиям «гарантированной» доставки данных, но даже увеличение скорости передачи данных и выбор соответствующего оборудования связи не всегда являются достаточными для выполнения требований по необходимому быстродействию системы [2, 3]. При этом, требования к быстродействию продолжают увеличиваться как со стороны самих предприятий, так и со стороны государственных органов. Дополнительно увеличиваются требования и к точности сохранения параметров в базе данных (Historian).

Для решения данной проблемы и более эффективного использования каналов связи автором предлагается использование адапционных алгоритмов управления сетевыми трафиками на основе динамического установления апертур измерений в сочетании со спорадическим режимом передачи данных [4].

Блочная спорадическая передача данных

При спорадическом режиме контроллеру удаленного объекта не надо дожидаться разрешения на передачу данных от сервера: он может сам инициировать передачу данных. Однако при большой загрузке каналов связи такой режим может характеризоваться

большими задержками без гарантии времени доставки информации. Для минимизации рисков перегрузки каналов связи необходим тщательный расчет необходимых характеристик оборудования при проектировании системы телемеханики. Спорадический режим характерен тем, что для каждого контролируемого сигнала телеизмерения устанавливается порог чувствительности к изменениям значения его величины относительно предыдущего замера — апертура. При этом не существует единого подхода к определению величины апертуры. При ее установлении должны приниматься во внимание возможности каналов связи с одной стороны и требования к точности передачи данных с другой. Сложность определения подходящего значения апертуры определяется возможным изменением характеристик каналов связи из-за различных помех, а также непредсказуемостью протекания технологического процесса. Для решения этой проблемы автором предлагается динамическое установление значения апертур телеизмерений в зависимости от внешних условий. В работе [4] автором впервые определены основные параметры, влияющие на установление значений апертуры, и предложено использование двух уровней апертур. В качестве граничных значений апертур при этом выделяются параметры: точность визуализации телеизмерения на видеокадре диспетчера $s_a(x_i)$, величина достоверности сохранения параметра телеизмерения в базе данных $s_{ba}(x_i)$ и погрешность средства измерения $\delta(x_i)$. При определении границ изменения значений апертуры удобно их приводить к абсолютным величинам с единицами измерения, соответствующими параметру $x_i(t)$. Разные значения $s_a(x_i)$ и $s_{ba}(x_i)$, а также использование метки времени при формировании блока данных определяют возможность использования блочной спорадической передачи данных на основе двух уровней апертуры.

Апертурой первого уровня $\Delta_1(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога

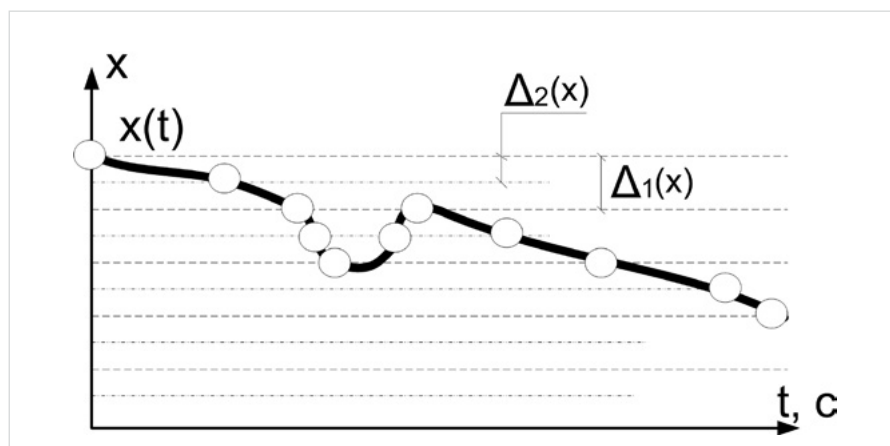


Рис. 1 — Графическое представление двух уровней апертур

чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{мек}})$ относительно последнего отправленного значения $x_i(t_0)$, $t_{\text{мек}} > t_0$, при достижении которого необходима спорадическая передача $x_i(t_{\text{мек}})$ на диспетчерский уровень без возможности отложенной отправки (т.е. при $t > t_{\text{мек}}$), причем $s_{\alpha}(x_i) \leq \Delta_i(x_i) \leq \delta(x_i)$. (1)

Апертурой второго уровня $\Delta_2(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{мек}})$ относительно последнего из значений: отправленного значения $x_i(t_0)$ или добавленного в блок данных с возможностью отложенной отправки $x_i(t_0)$, $t_{\text{мек}} > \max(t_0, t_d)$, при достижении которого необходимо добавление $x_i(t_{\text{мек}})$ в блок данных с возможностью отложенной отправки (при $t > t_{\text{мек}}$), причем $s_{\alpha}(x_i) \leq \Delta_i(x_i) \leq \delta(x_i)$. (2)

На рис. 1 графически раскрывается физический смысл апертур двух уровней в виде разницы между горизонтальными линиями, при пересечении которых (не более одного раза подряд) значением контролируемого параметра $x(t)$ происходит добавление текущего значения в блок передачи данных (для Δ_2) либо срочная передача текущего значения в диспетчерский пункт (для Δ_1).

Алгоритм формирования блока данных прикладного уровня для отправки на диспетчерский уровень для архивирования и визуализации параметров рассматривается в [4].

Определение требуемых значений апертур в условиях многокритериального и конфликтного поведения системы с большим количеством параметров телеизмерений (в среднем 50–100 на каждый объект), а также с различными непредсказуемыми течениями технологических процессов, состояниями и ограничениями работы оборудования требует сложной математической модели. В задаче управления потоками производственных данных приходится решать проблемы, связанные с выбором наиболее «подходящих» значений апертур, учетом влияния внешней среды и характеристик оборудования. Постановка такой задачи относится к разряду оптимизационных задач. В этом случае каждая характеристика системы оценивается своим целевым функционалом. Определение целевых функционалов и критериев их оптимальности является ключевым вопросом задачи управления производственными потоками данных.

Формальное обоснование критерия оптимальности определения апертур

Анализ динамики сетевого трафика, проведенный автором статьи при работе с реальными историческими данными нефтедобывающего предприятия, показал, что активный трафик системы телемеханики генерируется в основном за счет передачи технологических данных телеизмерений. Дополнительный трафик диагностической или служебной информации, данных телесигнализаций не оказывает существенного влияния на загруженность линий за счет низкой частоты передачи. При этом изменение непрерывных параметров характеризуется коррелированными процессами. Поэтому является оправданным использование методологии, основанной на прогнозировании

величины загруженности канала связи по результатам расчета текущей динамики.

Критерии оптимальности определения апертур устанавливаются следующими задачами:

- 1) поддержание достоверности (точности) передачи данных на максимально возможном уровне;
- 2) поддержание загрузки каналов связи на допустимом уровне.

Для определения критериев в формальном виде необходимо установить влияние факторов, установленных в [4], на значения апертур. Причем для уменьшения вычислительной сложности алгоритмов автором предлагается использование относительных (нормализованных) значений апертур для всех параметров $x_i(t)$. Применение относительных значений обусловлено также различными диапазонами допустимых изменений апертур для разных параметров телеизмерений. Из существующих способов нормализации наиболее подходящим является метод естественной нормализации [5]. В этом случае относительные значения апертур по каждому параметру с учетом (1), (2) соответствуют обобщенному значению и имеют следующую зависимость:

$$\Delta_{\text{rel}}(x_i) = \bar{\Delta}_{\text{rel}} \times k_m(x_i) = \frac{\Delta(x_i) - \Delta_{\text{min}}(x_i)}{\Delta_{\text{max}}(x_i) - \Delta_{\text{min}}(x_i)}; \quad (3)$$

где $\Delta_{\text{max}}(x_i) = \delta(x_i)$;

$\Delta_{\text{min}}(x_i) = s_{\alpha}(x_i)$, для апертуры первого уровня;

$\Delta_{\text{min}}(x_i) = s_{\alpha}(x_i)$, для апертуры второго уровня;

$k_{m1(2)}(x_i)$ — индивидуальный масштабирующий коэффициент для апертуры первого (второго) уровня параметра $x_i(t)$;

$\bar{\Delta}_{\text{rel}}$ — относительное обобщенное значение апертуры;

$\Delta_{\text{rel}}(x_i)$ — относительное значение апертуры параметра $x_i(t)$.

При этом уточненное вычисление значений по каждому телеизмерению возможно реализовать с помощью масштабирующих коэффициентов в завершающей части алгоритма:

$$k_{m1}(x_i) = \frac{1}{p(x_i)} \times \frac{1}{(1+f(\eta)-f(x'_i)+k_a+k_s)};$$

$$k_{m2}(x_i) = \frac{1}{p(x_i)} \times \frac{1}{(1-f(x'_i)+k_a+k_d)}; \quad (4)$$

где n — количество контролируемых параметров телеизмерений; $f(\eta)$ — функция, определяющая свое значение в зависимости от близости текущего значения параметра $x_i(t)$ к критическому значению — η ;

$f(x'_i)$ — функция, определяющая свое значение в зависимости от скорости изменения параметра $x_i(t)$ — $x'_i(t)$ и входящая в формулу общей зависимости (суперкритерия) в виде отрицательного (неположительного) значения;

k_a — коэффициент, устанавливаемый в зависимости от возникновения связанного события;

$p(x_i)$ — вес, определяющий меру значимости контроля параметра $x_i(t)$.

Величина $f(\eta)$ не влияет на точность сохранения в базе данных и поэтому не учитывается в (4).

Таким образом, критерии оптимальности поддержания точности передачи данных на максимально возможном уровне определяются относительными обобщенными значениями апертур:

$$\sum_{i=1}^n \Delta_i(k_{m1}(x_i), \bar{\Delta}_{\text{rel}}) \rightarrow \text{Min}; \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta_2(k_{m2}(x_i), \bar{\Delta}_{\text{rel}2}) \rightarrow \text{Min}; \quad (6)$$

с ограничением

$$\Delta_{\text{rel}1(2)}(x_i) \in [0...1]. \quad (7)$$

Ограничение загруженности канала связи на j -м контролируемом объекте определяется величиной рассогласования с допустимым значением и имеет вид:

$$\Delta L = L_{\text{sub}} - (Q'_{\text{data}}(\Delta_{1,2}(x_i)) + Q'_{\text{serv}}(\Delta_{1,2}(x_i))) \geq 0; \quad (8)$$

где: L_{sub} — допустимая загруженность (бит/с) канала связи для передачи производственной информации на j -м контролируемом объекте за установленную единицу времени;

$Q'_{\text{data}}(\Delta_{1,2}(x_i))$ — объем технологической информации (бит/с) на j -м контролируемом объекте за установленную единицу времени;

$Q'_{\text{serv}}(\Delta_{1,2}(x_i))$ — объем служебной информации (бит/с) на j -м контролируемом объекте протокола связи за установленную единицу времени.

При этом значения апертур для расчета целевого функционала загруженности должны учитываться в абсолютных величинах и в соответствии с (3) определяются:

$$\Delta_{1(2)}(x_i) = \Delta_{\text{rel}1(2)}(x_i) \times \Delta_{\text{max}1(2)} - \Delta_{\text{min}1(2)} + \Delta_{\text{min}1(2)};$$

Объем технологической информации определяется выражением:

$$Q'_{\text{data}} = \left(\sum_{i=1}^n [V_{xi} \times \left(\frac{x'_i}{\Delta_2(x_i)} + v(\Delta_1(x_i)) \right)] + \sum_{i=1}^m v(x'_i) \times V_d + \sum_{i=1}^h [v(x_i^{\text{ans}}) \times V_i^{\text{ans}}] \right) \times \Delta t,$$

где n — количество контролируемых параметров телеизмерений;

m — количество контролируемых параметров телесигнализаций;

h — количество всех возможных ответов на команды телеуправления, подтверждения получения уставки или параметра;

V_{xi} — объем (бит) величины телеизмерения в составе пакета данных;

x'_i — скорость изменения величины телеизмерения; Δt — установленный промежуток времени, за который измеряется средний объем передачи данных для оценки загруженности канала связи;

V_d — объем (бит) информации о телесигнализации в пакете данных;

$v(x'_i)$ — ожидаемая частота изменения дискретного значения телесигнализации x'_i за время Δt ;

$v(x_i^{\text{ans}})$ — ожидаемая частота передачи ответа на команду телеуправления, подтверждения получения уставки или параметра в течение времени Δt ;

V_i^{ans} — объем (бит) данных ответа на команду телеуправления, подтверждение получения уставки или параметра;

$v(\Delta_1(x_i))$ — средняя частота передачи величины телеизмерения $x_i(t)$ из-за достижения апертуры первого уровня в течение времени Δt .

Для вычисления средней частоты $v(\Delta_1(x_i))$ необходимо определить значения времени, через которые необходимо выполнить передачу телеизмерения $x_i(t)$ в связи с достижением апертуры первого уровня и через которое необходимо добавление $x_i(t_0)$ в блок данных с возможностью отложенной отправки. Время для первого варианта зависит от скорости изменения параметра $x_i(t)$ и от абсолютного значения апертуры первого уровня и может быть вычислено следующим образом:

$$\tau_{\Delta i}(x_i) = \frac{\Delta_i(x_i)}{x'_i} = \frac{z_i(x_i) \times \text{Length}_{req}}{\sum_{j=1}^n \frac{V_{sj} \times x'_j}{\Delta_j(x_j)}};$$

где Length_{req} — рекомендуемая длина блока данных; $z_i(x_i)$ — коэффициент гарантированной «оборачиваемости» блока данных прикладного уровня, физический смысл которого состоит в определении минимальной величины количества блоков данных прикладного уровня, которые могут быть отправлены за время $\tau_{\Delta i}$ (рис. 2).

Причем при определении гарантированной «оборачиваемости» в данном случае учитывается наполняемость блока данных значениями величин $x_j(t)$, $j=1..n$ только при изменении их величины на значение $\Delta_j(x_j)$. В случае необходимости неотложной передачи по причине достижения аперттуры первого уровня по любому другому параметру, количество блоков данных, а соответственно коэффициент «оборачиваемости» увеличится.

Аналогично время, через которое необходимо заносить телеизмерение $x_i(t)$ в блок данных из-за достижения аперттуры второго уровня может быть вычислено следующим образом:

$$\tau_{\Delta 2}(x_i) = \frac{\Delta_i(x_i)}{x'_i} = \frac{z_i(x_i) \times \text{Length}_{req}}{\sum_{j=1}^n \frac{V_{sj} \times x'_j}{\Delta_j(x_j)}};$$

где $z_i(x_i)$ — коэффициент гарантированной «оборачиваемости» блока данных прикладного уровня, физический смысл которого состоит в определении минимальной величины количества блоков данных прикладного уровня, которые могут быть отправлены за время $\tau_{\Delta 2}$.

Очевидно, что наиболее рациональное использование каналов связи будет достигаться при отправке «полных» блоков данных, равных по размеру величине Length_{req} . Данное условие будет выполняться в случае:

$$\Delta z(x_i) = z_i(x_i) - z_j(x_j) > 1, \forall x_i, i=1..n. \quad (9)$$

То есть разница на 1 и больше будет означать, что до момента обязательной передачи параметра $x_i(t)$ по достижению $\Delta_i(x_i)$ точно будет отправлен блок данных с этим параметром. Данное условие постоянно будет «отодвигать» начальное значение, от которого нужно будет отсчитывать $\Delta_i(x_i)$, т.е. при его выполнении изменение $x_i(t)$ на значение $\Delta_i(x_i)$ так и не наступит.

Если $\Delta z(x_i) = z_i(x_i) - z_j(x_j) > 1, \forall x_i, i=1..n$, то есть вероятность, что блок данных не успеет заполниться и передаться до того момента, когда изменение $x_i(t)$ достигнет значения $\Delta_i(x_i)$. Причем чем меньше значение $\Delta z(x_i)$, тем выше эта вероятность. При $\Delta z(x_i) = 0$ вероятность равна 1.

Условие (9) справедливо при допущении, что период дискретизации обработки контроллером параметров телеизмерений настолько мал, что в каждый такт достижение двумя и более параметрами телеизмерений значений аперттуры одновременно является маловероятным и существенным образом не повлияет на результат вычислений.

Нарушение (9) повлечет за собой передачу «неполных» блоков данных, а соответственно появление «лишнего» служебного трафика. Однако в некоторых случаях может быть оправдана передача телеизмерения без предварительного сохранения в блок данных для достижения необходимого

быстродействия передачи параметра.

При расчете средней частоты $v(\Delta_i(x_i))$ необходимо учитывать, что процент начального заполнения блока данных от момента расчета (значение времени 0 на рис. 2) является равновероятным значением. Тогда вероятность того, что значение $x_i(t)$ в момент времени $\tau_{\Delta i}$ будет добавляться в тот же блок, в который было добавлено значение этого параметра в момент времени $\tau_{\Delta i}$, вычисляется:

$$P(\Delta z, x_i) = 1 - \Delta z(x_i) \mid \Delta z(x_i) < 1.$$

Сложность расчета средней $v(\Delta_i(x_i))$ частоты заключается в оценке влияния других параметров ($x_j(t)$, $i \neq j$). Поэтому расчет необходимо выполнить в несколько этапов с помощью специально разработанного алгоритма.

Алгоритм расчета средней частоты передачи величины телеизмерения $x_i(t)$ из-за достижения аперттуры первого уровня:

1. Вычислить $\Delta z(x_i)$, $\forall x_i, i=1..n$, при этом если $\exists x_j(t) \mid \Delta z(x_i) < 1$, то добавить $x_i(t)$ в множество $X^{\Delta i} : X^{\Delta i} := X^{\Delta i} \cup x_i(t)$.
2. Определить $\min[z_i(x_i)] : x_i \in X^{\Delta i}$.
3. Для установленного параметра $x_i(t)$ вычислить среднюю частоту $v(\Delta_i(x_i))$: $v(\Delta_i(x_i)) = P(\Delta z, x_i) \times (x'_i / \Delta_i(x_i))$.

4. Если $\exists x_j(t) \mid z_j(x_j) \in (z_i(x_i), z_j(x_j))$ (10) то исключить параметр $x_j(t)$ из множества $X^{\Delta i}$:

$$X^{\Delta i} := X^{\Delta i} \cap x_j(t).$$

5. Исключить $x_i(t)$ из множества $X^{\Delta i} := X^{\Delta i} \cap x_i(t)$.
6. Если $X^{\Delta i} \neq \emptyset$, то перейти на шаг 2. Иначе завершить выполнение алгоритма.

Исключение параметра $x_i(t)$ из множества $X^{\Delta i}$ в шаге 4 обосновано тем фактом, что значение $x_j(t)$ однозначно будет передано до момента $\tau_{\Delta i}(x_i)$ вместе со значением $x_i(t)$, передаваемым без возможности отложенной отправки.

Тогда частота передачи величины телеизмерения $x_i(t)$ из-за достижения аперттуры первого уровня может определяться одним из трех вариантов:

$$v(\Delta_i(x_i)) = \begin{cases} 1) P(\Delta z, x_i) \times \frac{x'_i}{\Delta_i(x_i)} \\ 2) 0 \mid \Delta z(x_i) < 1, (10): \text{false}; \\ 3) 0 \mid \Delta z(x_i) > 1. \end{cases}$$

Наконец, объем служебной информации Q_{serv}^j в выражении (8) за установленную единицу времени вычисляется:

$$Q_{serv}^j = V_{serv} \times N_{ASDU};$$

где V_{serv} — объем (бит) служебной информации в блоке данных;

N_{ASDU} — количество блоков данных.

Необходимое количество блоков данных определяется выражением:

$$N_{ASDU} = \frac{Q_{data}^j}{\text{Length}_{req}} \times \frac{1}{k_{fill}};$$

где $k_{fill} \in [0..1]$ — коэффициент заполняемости блоков данных.

Коэффициент заполняемости отражает насколько близко среднее заполнение блоков данных к значению Length_{req} и определяется в предположении, что передача данных по причине изменения дискретного значения телесигнализации x^d , передачи ответа на команду телеуправления, подтверждения получения уставки или параметра (x_{ans}^i) или из-за достижения аперттуры первого уровня ($\Delta_i(x_i)$) в среднем будет передаваться с блоком данных телеизмерений, заполненных наполовину:

$$\frac{1}{k_{fill}} = 1 + \frac{0,5 \times \text{Length}_{req} \times \sum_{i=1}^n (v(\Delta_i(x_i)) + v(x_i^{ans}) + v(x^d))}{Q_{data}^j}$$

Таким образом, количественные значения критериев оптимальности определения апертур определяются (5), (6) при ограничениях (7), (8). При этом решение задачи поиска апертур может выполняться одним из известных способов оптимизации [5]. Однако для всех методов оптимизации существует проблема — значительное время вычислений для векторов большой размерности. Зачастую более точные методы работают слишком медленно. Это определяет ограничения по использованию таких алгоритмов в системах реального времени, связанные с недостаточными вычислительными возможностями применяемых средств управления (контроллеров). Поэтому для установления апертур телеизмерений при указанных проблемах автором данной статьи рекомендуется использование методологий, позволяющих избежать чрезмерно большого объема вычислений с сохранением необходимой точности управления, например, нечеткой логики [6].

Итоги

Разработаны критерии оптимальности управления спорадической передачей данных телемеханики. Приведенные зависимости могут быть использованы в алгоритмах формирования блоков данных прикладного уровня с учетом сформулированных ограничений.

Выводы

В статье рассмотрен вопрос применения блочной спорадической передачи данных с

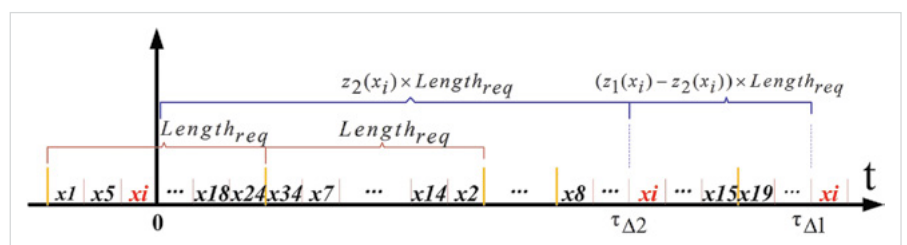


Рис. 2 — Диаграмма формирования блоков данных

динамическим установлением апертур телеизмерений. Коррелированное течение технологических процессов нефтедобычи обосновывает использование методологии, основанной на прогнозировании величины загруженности канала связи. Задача нахождения оптимальных значений апертур требует определения формальных критериев для количественной оценки управляющих величин. С этой целью в статье устанавливаются зависимости целевых функционалов от значений апертур. В дальнейшем на их основании поиск лучших решений может быть реализован одним из известных способов оптимизации. Результаты моделирования показали высокую эффективность предлагаемого метода.

Список используемой литературы

1. Дудников В., Газизов М., Набиев Д., Нугманов Т. Управление объектами нефтяного месторождения с использованием комбинированных каналов связи // Современные технологии автоматизации. 2000. №2. С. 18–27.
2. Журавлев Д.В., Малышенко А.М. Адаптация сетевого трафика сбора данных с промысловых кустов при ограниченной пропускной способности корпоративной информационно-управляющей системы нефтегазодобывающего предприятия // Научный вестник НГТУ. 2013. №4 (53). С. 5–11.
3. Аганесов А. В. Модель сети воздушной радиосвязи на основе протокола случайного множественного доступа CSMA/CA // Системы управления, связи и безопасности. 2015. №1. С. 67–97.
4. Зибзеев А.Г. Блочная спорадическая передача данных в системах телемеханики нефтегазодобычи. Тезисы доклада VIII Научно-технической конференции ОАО «ТомскНИПИнефть». Томск. 2015. С. 134–136.
5. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.
6. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия–Телеком, 2007. 288 с.

ENGLISH

AUTOMATION

A formal approach to the definition of the optimum telemetry aperture value

UDC 65.011.56

Authors:

Alexey G. Zebzeev — post graduate¹, lead engineer²; zebzeevag@nipineft.tomsk.ru

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

²JSC «TomskNIPIneft», Tomsk, Russian Federation

Abstract

Usually the infrastructure of oil producing companies is distributed geographically and has distant objects. Data transmission from all objects to control point can bring to problems related to the lack of system performance. This paper considers the issue of the regime of sporadic transmission. It is proposed to use the optimization techniques to dynamically determine the basic characteristics of sporadic transmission — apertures telemetry to eliminate high congestion of communication channels and ensure normal operation.

Materials and methods

The optimal control data transmission

was based on the developed methods to predict the magnitude of congestion of communication channels.

Results

Criteria for optimal management of sporadic data transmission remote control system developed. These ties can be used in algorithms for forming the application layer data units based on defined restrictions.

Conclusions

In the article considered the question of application block sporadic data with dynamic aperture setting telemetry. Correlated processes for oil production justifies the use of a methodology

based on the prediction of the value of the communication channel utilization. The problem of finding the optimum aperture value requires the determination of the formal criteria for quantifying the control quantities. To this end, the article defines ties the target functional of apertures value. Then find the best solutions may be implemented by one of the known ways of optimizing based on these dependencies. The simulation results showed the effectiveness of proposed method.

Keywords

sporadic data transmission, telemetry aperture, optimality criterion

References

1. Dudnikov V., Gazizov M., Nabiev D., Nugmanov T. *Upravlenie ob"ektami neftyanogo mestorozhdeniya s ispol'zovaniem kombinirovannykh kanalov svyazi* [Management of objects oil field using a communication channels combination]. *Sovremennye tekhnologii avtomatizatsii*, 2000, issue 2, pp. 18–27.
2. Zhuravlev D.V., Malysenko A.M. *Adaptatsiya setevogo trafika sbora dannykh s promyslovyykh kustov pri ogranichennoy propusknoy sposobnosti korporativnoy informatsionno-upravlyayushchey sistemy neftegazodobyvayushchego predpriyatiya* [Adaptation of network traffic data collection from fishing bushes with limited bandwidth of oil and gas enterprise corporate information management system]. *Science bulletin of NSTU*, 2013, issue 4 (53), pp. 5–11.
3. Aganesov A. V. *Model' seti vozduшной radiosvyazi na osnove protokola sluchaynogo mnozhestvennogo dostupa CSMA/CA* [Network model based on air radio Random Multiple Access Protocol CSMA/CA]. *Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti*, 2015, issue 1, pp. 67–97.
4. Zebzeev A.G. *Blochnaya sporadicheskaya peredacha dannykh v sistemah telemehaniки neftegazodobychi* [Block sporadic data transmission systems of remote control of oil and gas]. *Abstracts VIII scientific and technical conference of "TomskNIPIneft."*, 2015, pp. 134–136.
5. Petrovskiy A.B. *Teoriya prinyatiya resheniy* [Making decisions theory]. Moscow: *Akademiya*, 2009, 400 p.
6. Shtovba S.D. *Proektirovaniye nechetkikh sistem sredstvami MATLAB* [Design of fuzzy systems by means of MATLAB]. Moscow: *Goryachaya liniya–Telekom*, 2007, 288 p.