

Разработка карты применимости технологий связи для объектов нефтегазовой отрасли

А.Г. Зибзеев

ведущий инженер¹

ZebzeevAG@nipineft.tomsk.ru

Е.А. Рыбаков

техник¹

evgrybakov@gmail.com

Д.П. Стариков

техник¹

dstarikov@me.com

А.Г. Чернов

учёный секретарь²

ChernovAG@nipineft.tomsk.ru

¹ОАО «ТомскНИПИнефть»

Отдел Автоматизации Технологических Процессов, Томск, Россия

²ОАО «ТомскНИПИнефть», Томск, Россия

Инфраструктура нефтегазодобывающих предприятий, как правило, является распределенной с территориально отдаленными объектами. При реализации передачи данных с таких объектов могут возникнуть проблемы, связанные с ограничениями в получении радиочастот беспроводной связи. В данной работе рассматривается вопрос возможности применения альтернативных технологий связи для передачи данных, в частности атмосферной оптической линии связи. Для выбора оптимальной технологии связи предложено использование специально разработанной карты применимости технологий связи.

Материалы и методы

Алгоритм сравнения показателей технологий связи, основанный на экспертной оценке критериев выбора.

Ключевые слова

технология связи нефтегазодобывающих предприятий, карта применимости, атмосферные оптические линии связи

Введение

(состояние проблемы, задачи)

Современные нефтегазодобывающие предприятия ведут добычу нефти и газа с различных месторождений, как правило, удаленных друг от друга. Для организации передачи данных и голоса используются специализированные системы связи. Данные системы используют разные технологии, имеют различную топологию и структуру в зависимости от условий применения. В настоящее время руководители нефтегазодобывающих предприятий все чаще предъявляют требование к расширению объема передаваемых данных (например, для передачи видеонаблюдения, ip-телефонии и т.д.). Данное требование приводит к увеличению загруженности каналов связи, а следовательно к необходимости применения оборудования высокоскоростной передачи данных. В этих условиях удачно показывают себя системы широкополосного беспроводного доступа. Но сложности с получением разрешения на использование радиочастот накладывают существенные ограничения на их использование. При этом значительная удаленность различных объектов, наличие препятствий (широкие водоемы, железнодорожные переезды и т.д.), болотистость территорий не позволяют организовать на всех участках волоконно-оптические линии связи либо делают прокладку кабеля экономически нецелесообразной. В связи с этим, одной из наиболее актуальных проблем передачи данных с удаленных нефтегазовых объектов является выбор оптимальной технологии связи.

Основная часть

Требования к организации передачи данных с удаленных линейных и распределенных объектов добычи и подготовки нефти (узлы запорной арматуры трубопроводов, объекты энергетики, кустовые площадки и т.п.) обусловлены необходимостью дистанционного контроля и управления технологическим оборудованием по системам телемеханики.

Для передачи данных телемеханики на практике зачастую достаточным является организация ультракоротковолновой (УКВ) радиосвязи. При этом в случае большого объема передаваемых данных с целью минимизации задержек времени опроса данных со всех объектов возможно и целесообразно реализовать управление сетевыми трафиками с использованием таких инструментов, как генетические алгоритмы [1]. Тем не менее, в нормативах большинства нефтегазовых компаний все чаще предъявляются требования к организации более скоростных каналов связи, в том числе для передачи данных видеонаблюдения, ip-телефонии и т.п. Стандартным решением в таких случаях является использование систем широкополосного беспроводного доступа (ШБД). Но при этом, некоторые

компании испытывают проблемы с радиочастотами для ШБД на своих месторождениях. Поэтому зачастую принимается решение по организации в качестве основного канала связи волоконно-оптической линии связи (ВОЛС).

С точки зрения технологии передачи данных по ВОЛС этот способ практически не имеет недостатков и удовлетворяет всем необходимым количественным и качественным требованиям для передачи любых видов данных. Однако на практике нефтегазодобывающие компании сталкиваются с проблемами прокладки кабелей в труднопроходимых условиях. Только совместная прокладка ВОЛС с линиями электропередач (ЛЭП) позволяет сократить расходы. Тем не менее, даже в этом случае стоимость ВОЛС остается достаточно высокой. Но предприятия в последнее время все чаще используют данную технологию при организации связи, что связано с наиболее высокой скоростью и надежностью. При этом необходимо учитывать тот факт, что возможны порывы кабелей ВОЛС при эксплуатации. Время на устранение обрыва в некоторых случаях достигает до двух суток и более, что уже уменьшает коэффициент надежности связи до значения 99,5%. А такое значение надежности могут обеспечивать и другие более дешевые технологии связи.

В последнее время в нашей практике мы встречаем интерес некоторых компаний по организации связи также с использованием радиоканала «безлицензионного» диапазона 71–76 ГГц. Подобные системы принадлежат к радиорелейным станциям (РРС) прямой видимости с возможностью передачи данных со скоростью до 1 Гбит/с. Решением ГКРЧ от 15 июля 2010 года радиочастотный диапазон 71–76 ГГц / 81–86 ГГц (E-band) выделен «для применения на территории Российской Федерации РРС прямой видимости юридическими и физическими лицами без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного юридического или физического лица». При условии выполнения технических требований, эксплуатация РРС прямой видимости носит только уведомительный характер [2]. Пока ввиду малого срока «безлицензионного» использования частот в РФ большой опыт эксплуатации такой связи на предприятиях нефтегазового сектора практически отсутствует. Основными же пользователями РРС на данный момент пока остаются крупные интернет — провайдеры и сотовые операторы связи.

Особенность миллиметровых волн РРС — квазиоптическое распространение сигнала (подобно лучу лазера). Данное решение ограничено по дальности, а также склонно к значительному ухудшению связи либо даже к ее отсутствию в условиях сильных дождей. Имеющиеся на рынке средства связи для большинства регионов РФ позволяют обеспечить дальность связи

порядка 7–10 километров. Капитальные затраты и затраты на обслуживание такого вида связи ниже, чем при реализации ВОЛС (даже с учетом прокладки совместно с ЛЭП), но имеются ограничения по надежности и требования по прямой видимости. Однако последнее требование в большинстве случаев выполняется размещением оборудования на прожекторных мачтах стандартной высотой 25 метров. Стоит отметить и то, что для РРС важна точная фокусировка направления сигнала. Это осложняет работу связи в условиях повышенной сейсмичности, например, на объектах о. Сахалин. В таких условиях осложнена также эксплуатация ВОЛС из-за частых порывов кабеля. В этих случаях может быть целесообразным использование спутниковой связи на некоторых удаленных участках. Стоимость оборудования спутниковой связи постоянно снижается и в настоящее время является достаточно привлекательной, но абонентская плата за каналы связи в долгосрочной перспективе делает накопленную стоимость использования такой связи существенно дороже аналогов.

Наиболее дешевым альтернативным вариантом являются атмосферные оптические линии связи (АОЛС). Оборудование обеспечивает беспроводную передачу цифрового сигнала через атмосферу в нелицензируемой инфракрасной (оптической) части электромагнитного спектра. Беспроводные оптические каналы связи, использующие лазерные или светодиодные излучатели, практически не отличаются по параметрам от каналов, организуемых по ВОЛС. Они не требуют согласования частот, не налагают существенных ограничений на оборудование, не требуют разработки дополнительных протоколов связи. Кроме того, чрезвычайно широкая полоса пропускания позволяет увеличивать скорость передачи данных (порядка 1 Гбит/с), причем делать это независимо от числа пользователей или объема передаваемой информации. К недостаткам беспроводной оптики, как известно, относятся необходимость обеспечения прямой видимости между излучателем и приемником, ограниченная дальность связи (в настоящее время можно назвать значение — до 7 километров), зависимость от погодных условий. Причем основной «враг» оптической связи — это, конечно, туман. Так, затухание сигнала в оптическом канале при сильном тумане может достигать до критических 50–100 дБ/км. Вместе с тем опыт эксплуатации различных оптических систем даже при сильном тумане свидетельствует о том, что действительно непреодолимые проблемы со связью возникают лишь при сильном снегопаде с видимостью до 40 метров в сочетании с плотным туманом [3]. Стоит отметить, что в таких условиях плохие результаты показывают и системы видеонаблюдения, все чаще используемые на удаленных объектах. Так тепловизионные камеры, способные справиться с такой проблемой, пока слишком дорогие, а камеры с инфракрасной подсветкой обладают рядом недостатков и почти не используются. Поэтому ухудшение связи АОЛС для передачи видеонаблюдения совпадает с теми случаями, когда передача данных видеонаблюдения не принесет ясности о состоянии

Входной параметр	Значения	
Скорость передачи	От 9,6 Кбит/с до 10 Гбит/с	
Разрешение на использование особых частот	ШБД	
	УКВ	
Характер канала	Основной	
	Резервный	
Срок эксплуатации	От 0,1 года до 30 лет	
Погодные условия	Туман	Дней в году
	Дождь	Дней в году
	Метель	Дней в году
	Сейсмичность	Максимальная в баллах
ЛЭП между объектами	Процент от общей длины трассы	
Надежность	Процент, соответствующий желаемой надежности	
Наличие сложно преодолимых препятствий	Процент от общего числа	
Прямая видимость	Процент от общего числа	
Удаленность объектов	Средняя удаленность объектов, км	

Таб. 1 — Входные параметры



Рис. 1 — Статистические данные по климату в нефтегазодобывающих регионах

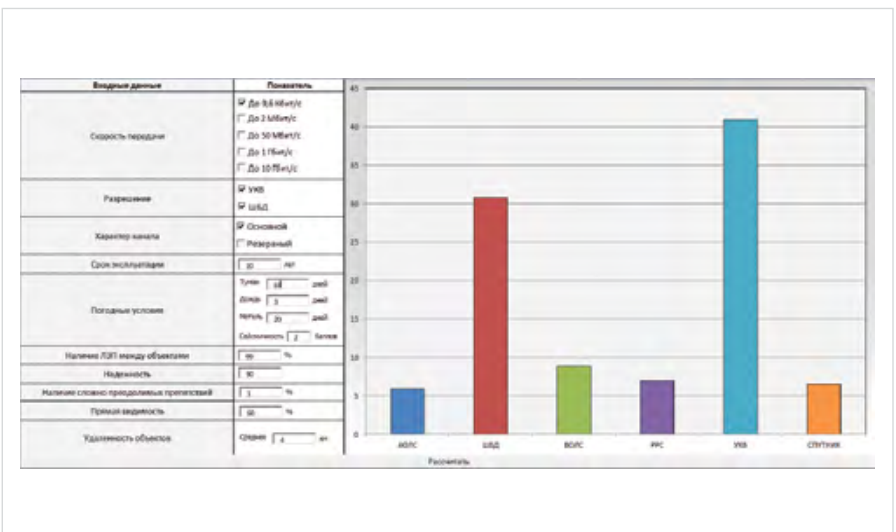


Рис. 2 — Вид окна программы

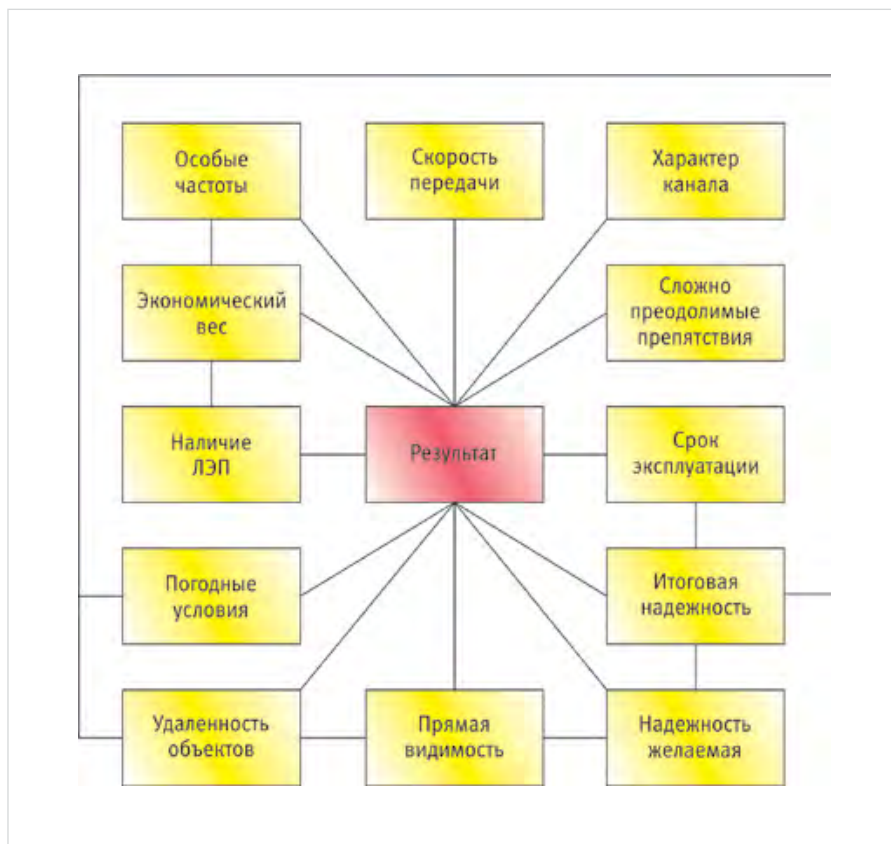


Рис. 3 — Взаимосвязи в программе

Входной параметр	Атрибут		Тип данных
Скорость передачи	0 — не удовлетворяет заданной скорости		BIN
	1 — удовлетворяет заданной скорости		BIN
Разрешение на использование особых частот	УКВ	0 — разрешение на частоту отсутствует	BIN
		1 — разрешение на частоту присутствует	BIN
	ШБД	0 — разрешение на частоту отсутствует	BIN
		1 — разрешение на частоту присутствует	BIN
Характер канала	0 — используется как резервный		BIN
	1 — используется как основной		BIN
Срок эксплуатации	0–30		FLOAT
Погодные условия	Туман	0–365	INTEGER
	Дождь	0–365	INTEGER
	Метель	0–365	INTEGER
	Сейсмичность	0–10	FLOAT
Наличие ЛЭП между объектами	0–100		FLOAT
Надежность	0–100		FLOAT
Наличие сложно преодолимых препятствий	0–100		FLOAT
Прямая видимость	0–100		FLOAT
Удаленность объектов	0–999		FLOAT

Таб. 2 — Набор атрибутов для каждого из средств связи

объекта. На сегодняшний день АОЛС в РФ находит применение в сетях интернет — провайдеров и сотовых операторов связи, в проектах по безопасности для передачи данных видеонаблюдения, крупных корпоративных структурах. Причем в последних случаях технология пользуется все большей популярностью.

Для всех видов передачи данных проблемы, связанные с надежностью связи, так или иначе требуют резервирования каналов. И в этом смысле хорошо показывает себя резервирование АОЛС каналом РРС диапазона 71–76 ГГц. Для каждого из данных видов связи плохими климатическими факторами являются туман со снегом или дождь, которые не встречаются одновременно. Поэтому в таком сочетании резервирование показывает достаточно устойчивую связь, а эксплуатация таких систем является экономически более доступной, нежели ВОЛС.

При должном моделировании каналов связи с учетом местных погодных условий реально выбрать оптимальный вариант связи и исключить неприятные неожиданности. Поэтому необходимо учитывать природные факторы регионов. На рис. 1 приведены статистические данные по количеству дней с наиболее неблагоприятными климатическими явлениями в некоторых нефтегазодобывающих регионах [4].

Описание карты применимости

Для выбора оптимальной технологии связи авторами статьи разработана карта применимости на базе Microsoft Excel 2010 с помощью макросов Visual Basic и формул преобразования. Основная цель программы — это оценка входных данных (таб. 1). Анализируя исходные данные, вносимые пользователем, программа принимает решение об оптимальности применения средств связи для конкретного набора входных параметров (конкретной ситуации). После внесения всех параметров, система выдает результат в виде столбчатой диаграммы, по которой можно оценить пригодность конкретного вида связи. На рис. 2 приведен вид окна программы.

В качестве оцениваемых технологий связи выступают:

1. Атмосферные оптические линии связи;
2. Системы широкополосного беспроводного доступа;
3. Волоконно-оптические линии связи;
4. Радиосвязь диапазона 71–76 ГГц;
5. Системы ультракоротковолновой радиосвязи;
6. Спутниковая связь.

Итоговая оценка каждого из средств связи оценивается в баллах относительно друг друга. У каждого из средств связи свой набор атрибутов, свойства которых сведены в таб. 2. Итоговое количество баллов для выходных переменных подсчитывается путем перемножения каждой ячейки массива с учетом поправочных коэффициентов, учитываемых индивидуально для каждой из технологий. После того, как все параметры внесены, программа автоматически подсчитывает выходной массив и формирует результат в виде графиков.

Помимо глобальных переменных, в программе предусмотрены внутренние, такие как «Пересчет надежности» и «Экономический

вес». Взаимосвязи приведены на рис. 3.

Заключение

Сложности с получением разрешения на использование радиочастот накладывают существенные ограничения на выбор средств связи. В этом случае необходимо определить возможность применения альтернативных видов связи. Выбор технологии связи для суровых климатических условий эксплуатации распределенных объектов нефтегазовой отрасли является достаточно сложным и ответственным этапом. При этом многофакторный обоснованный выбор с использованием карты применимости исключает неприятные неожиданности при эксплуатации.

Итоги

Разработана карта применимости, позволяющая производить оперативную экспертную оценку наиболее оптимального решения при выборе технологии связи.

Выводы

Разработанная карта применимости позволяет решить вопрос об использовании конкретного вида связи, в зависимости от различных условий, таких как погода, рельеф, сейсмичность, показатель надежности, препятствия, прямая видимость и другие, она делает экспертную оценку в зависимости от входных параметров, показывая пользователю наиболее подходящий вариант или же альтернативный. Так же карта позволяет определить, какие из предложенных 6-ти видов связи не подходят под конкретные условия в кратчайшие сроки. Карта будет полезна для проектных организаций, при выборе беспроводного типа связи, что дает преимущество в скорости и оптимальности выбора.

По многочисленным вариациям входных параметров для конкретных объектов, было выявлено, что лучше себя показывает АОЛС по отношению к другим видам связи.

Список используемой литературы

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Тюменский государственный университет, 2000. 352 с.
2. Об упрощении процедуры выделения радиочастот 71–76 ГГц и 81–86 ГГц для использования радиорелейными станциями прямой видимости: решение ГКРЧ №10-07-04-1 от 15.07.2010, 11 с.
3. Погода и Климат: прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные. Режим доступа: <http://pogodaiklimat.ru>, свободный.
4. Касаткин Н.Ф. Атмосферные оптические линии связи нового поколения // Технологии и средства связи. 2006. № 4. С. 87.
5. Джексон П. Введение в экспертные системы. Санкт-Петербург: Вильямс, 2001.
6. Пospelov Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. Москва: Радио и связь, 1989.

ENGLISH

AUTOMATION

Development connection technology applicability card for the gas and oil industry

UDC 65.011.56

Authors:

A.G. Zebzeev — chief engineer¹; ZebzeevAG@nipineft.tomsk.ru

E.A. Rybakov — technician¹; evgrybakov@gmail.com

D.P. Starikov — technician¹; dstarikov@me.com

A.G. Chernov — science secretary²; ChernovAG@nipineft.tomsk.ru

¹TomskNIPneft, department of automation of technological processes, Tomsk, Russian Federation

²TomskNIPneft, Tomsk, Russian Federation

Abstract

Infrastructure of oil and gas companies, usually is distributed geographically distant objects. When implementing such a data transfer object may experience problems associated with limitations in receiving radio-frequency wireless communication system. This paper deals with the possibility of applying alternative communication technologies for data transmission, in particular atmospheric optical communication link. For selecting the optimal communication technology proposed the use of specially developed card of applicability communication technologies.

Materials and methods

Comparison algorithm performance

communication technologies based on expert evaluation of selection criteria.

Results

Designed card applicability, allowing to make the operational expert assessment of the optimal decisions.

Conclusions

Developed card allows decide the particular type of communication, depending on various conditions, such as weather, topography, seismicity, the reliability index, obstacles and other, shows the user the most appropriate option or alternative. Card lets you determine which of the suggested 6-types

of communication are not suitable for the specific conditions in the shortest possible time. Card will be useful for project organization, when you select the type of wireless communication that has the advantage of the speed and optimal choice.

According to numerous variations of the input parameters for specific objects, in the result atmospheric communication link shows themselves better in relation to other forms of communication.

Keywords

communication technology oil and gas companies, card of applicability, atmospheric optical communication lines

References

1. Altunin A.E., Semuhin M.V. *Modeli i algoritmy prinyatiya resheniy v nechetkikh usloviyakh*. Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta [Models and algorithms of problem solving in fuzzy logic conditions]. Tumen: Tumen State University Publishing, 2000, 352 p.
2. *Ob uproshchenii protsedury vydeleniya radiochastot 71–76 GGts i 81–86 GGts dlya ispol'zovaniya radioreleynymi stantsiyami* [Simplification of wireless frequencies 71–76 GHz and 81–86 GHz for using by radio relay stations in direct visibility] Resolution of NCRF No. 10–07–04–1 from 15.07.2010, 11 p.
3. *Pogoda i Klimat: prognozy pogody, novosti pogody, klimaticheskie dannye* [Weather and Climate: forecast, weather news, climatic data]. Available at: <http://pogodaiklimat.ru>
4. Kasatkin N.F. *Atmosfernye opticheskie linii svyazi novogo pokoleniya* [New generation of atmosphere optical connection lines]. Technology and tools of connections, 2006, issue 4, 87 p.
5. Peter Jackson. *Vvedenie v ekspertnye sistemy* [Introduction in expert systems]. Saint Petersburg: William's, 2001.
6. Pospelov D.A. *Modelirovanie rassuzhdeniy. Opyt analiza myslitel'nykh aktov* [Modeling of reasoning. Experience of reflection analysis]. Moscow: Radio and connection, 1989.