

## СЕТИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

УДК 621.396.663

## АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ РАДИОКОНТРОЛЯ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

А.Ю. Плосский, м.н.с. ФГУП НИИР, аспирант МТУСИ; aplossky@gmail.com

**Ключевые слова:** радиоконтроль, сети радиоконтроля, станции радиоконтроля, оптимизация сетей радиоконтроля, международная система радиоконтроля.

**Введение.** Сегодня в мире наблюдается быстрый рост числа частотных присвоений, появляются новые, более совершенные системы радиосвязи, нуждающиеся в эффективной защите от помех, в связи с чем многие страны вынуждены уделять все большее внимание развитию систем радиоконтроля (РК).

Организационные и технические аспекты РК широко освещены в мировой литературе, в частности в фундаментальном Справочнике Международного союза электросвязи (МСЭ) по радиоконтролю [1] (новая, расширенная редакция которого должна выйти в ближайшее время). Вместе с тем ощущается недостаток информации в части обобщения опыта по созданию национальных сетей РК, а также участия различных государств в международной системе радиоконтроля (МСРК) МСЭ, к чему призывают Статьи 16 «Международный контроль излучений» и Статья 15 «Помехи» Регламента радиосвязи [2] и ряд документов Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-Р), в частности [1, 3, 4]. Такая информация была бы полезна для дальнейшего совершенствования национальных систем радиоконтроля, включая российскую, и способствовала бы обоснованию необходимых финансовых затрат на их развитие. В настоящей работе предпринята попытка хотя бы частично восполнить этот пробел.

**Анализ организации национальных сетей радиоконтроля.** В основу анализа положены данные по сетям радиоконтроля стран Европы, приведенные в документации Проектной группы FM22 Комитета по электронным средствам связи (ЕСС) Конференции администраций почты и электросвязи европейских стран (СЕРТ) [5], а также данные по МСРК МСЭ, представленные в Списке станций международного радиоконтроля [6]. Эти информация дополнена сведениями по другим странам мира Азиатского, Африканского и Американского регионов, почерпнутыми из ряда других зарубежных источников, в том числе малодоступных для российского читателя.

Состав и конфигурация национальных сетей радиоконтроля и данные по числу станций, включенных в Список МСЭ [6] и определенных национальными администрациями связи в качестве участвующих в МСРК, представлены в табл. 1.

В таблицу, согласно [5], включены все данные по сетям радиоконтроля европейских стран, кроме Черногории, поскольку в сети этой страны не указано ни одной станции РК. Станции РК подразделены на стационарные (обслуживаемые и удаленные автоматические) и подвижные, в том числе транспортируемые (полустационарные). Для ряда сетей (при наличии данных) указано также число региональных центров РК, что дает определенное представление о конфигу-

рации соответствующих сетей. В случаях, когда небольшие сети содержат только одну обслуживаемую станцию, она принимается как региональная. Для некоторых развивающихся стран приведены данные по проектируемым и развертываемым сетям.

Необходимо учитывать, что данные, представленные в табл. 1, находятся в постоянной динамике. Ситуация в области РК в каждой стране все время меняется, и трудно судить об истинном числе станций на каждый конкретный момент времени. Видимо, этим можно объяснить тот факт, что цифры в разных источниках разнятся, причем иногда довольно существенно. Что касается региональных центров РК, то одни администрации связи в их число включают и национальные (главные) центры РК, другие – только собственными центрами РК в регионах.

Очевидно, что наиболее достоверными являются данные из [5] и [6], представленные непосредственно администрациями связи. Документ [5] датирован сентябрем 2009 г., поэтому содержащаяся в нем информация, по всей вероятности, соответствует данным на конец 2008 – начало 2009 г. Что касается других данных по сетям РК, то они менее надежны и могут рассматриваться только в качестве ориентировочных.

Зависимость количества стационарных станций РК (обслуживаемых и автоматических) и региональных центров от численности населения и от размеров территории страны проиллюстрирована соответственно на рис. 1 и 2. Данные по Сербии отсутствуют, поскольку имеющиеся в сети две станции по оси ординат выйдут далеко за границы используемого в рисунках масштаба.

Как видно из рисунков, разброс значений весьма велик и некоторые зависимости, обозначенные пунктирными линиями для станций и штрихпунктирными для региональных центров РК, можно определить только условно, хотя очевидно, что все соответствующие коэффициенты линейной корреляции Пирсона положительные.

Значения коэффициентов линейной корреляции, полученные путем расчета в программе MS Excel для параметров, представленных в табл. 1 для зарубежных стран, приведены в табл. 2. Проверка результатов расчетов по таблицам критических значений коэффициента линейной корреляции Пирсона [7] показала, что полученные величины являются значимыми, за исключением коэффициента корреляции числа станций и территории, который ввиду своей малой величины находится на пределе значимости для указанной вероятности ошибки одностороннего теста.

Как следует из табл. 2, число станций и региональных центров РК несколько лучше коррелируется с населением, чем с территорией стран. По-видимому, это объясняется тем, что в одних странах имеются малонаселенные территории, на которых расположено небольшое число станций

РК, а в других – население и, соответственно, станции РК распределены по территории более равномерно. Коэффициенты корреляции числа региональных центров превышают коэффициенты корреляции числа станций примерно в 1,5 раза по отношению к населению и более чем в 2 раза по отношению к территории стран, хотя это и неочевидно из визуальной оценки разброса соответствующих данных (см. рис. 1 и 2). Более высокую корреляцию числа региональных центров с территорией и населением можно объяснить тем, что количество региональных центров обычно совпадает с числом административных регионов разных стран, которые более или менее сопоставимы по территории и населению для обеспечения более удобного административного регулирования деятельности регионов.

Тем не менее все коэффициенты корреляции в табл. 2 значительно меньше коэффициента корреляции территории и населения рассматриваемых стран, который согласно расчетам по той же методике достаточно высок – около 0,93.

**Участие стран в деятельности МСРК МСЭ.** В табл. 1 приведены данные по участию рассматриваемых стран в МСРК МСЭ. Для каждой страны указаны две цифры. Первая соответствует общему числу станций РК, включенных в Список МСЭ [6] по представлению соответствующей администрации связи, вторая – числу станций, которые эта администрация специально обозначила в качестве входящих в МСРК МСЭ в соответствии с требованиями [3].

Условия участия стран в МСРК МСЭ довольно гибкие. Одни страны (Аргентина, Греция и др.) для внесения в Список представили все свои обслуживаемые и необслуживаемые стационарные станции РК (как в диапазоне ВЧ, так и ОВЧ/УВЧ), определив их как участвующие в МСРК. Другие страны (Великобритания, Словения и др.) сделали то же самое, но только по отношению к обслуживаемым стационарным станциям. США указали для Списка лишь свои станции РК ВЧ-диапазона, предположительно обслуживаемые (данные этих станций и зоны покрытия детально проанализи-

Таблица 1

Страна	Население, млн чел.	Территория, тыс. км <sup>2</sup>	Число региональных центров РК	Число обслуживаемых стационарных станций РК	Число необслуживаемых стационарных станций РК	Число подвижных станций РК	Число станций РК в Списке МСЭ: общее число/число станций международного РК
Австрия	8,3	83,9	Н/д	7	47	0	2/2
Аргентина	40,1	2 766,9	5	6	20	20	26/26
Бельгия	10,4	30,5	Н/д	7	0	0	2/0
Болгария	7,4	111,0	Н/д	4	4	9	7/0
Босния и Герцеговина	4,4	51,2	Н/д	3	3	Н/д	6/0
Ботсвана	2,0	581,7	Н/д	5	11	2	-*
Бразилия	192,3	8 514,9	5	28	56	28	20/15
Великобритания	60,6	244,8	1	1	58		1/1
Венгрия	10,1	93,0	1	0	25	2	1/1
Германия	82,0	357,1	10	8	82	32	14/14
Греция	11,0	132,0	1	1	7	Н/д	8/8
Испания	44,1	504,8	Н/д	53	44	Н/д	3/0
Колумбия	45,3	1 141,7	6	6	0	7	6/0
Латвия	2,3	64,6	Н/д	7	0	Н/д	-
Литва	3,4	65,0	Н/д	5	0	7	-
Македония	2,1	25,7	Н/д	3	5	Н/д	1/0
Молдавия	3,6	33,8	Н/д	3	9	4	1/1
Непал	29,3	147,2	1	1	4	3	-
Нидерланды	16,0	41,2	1	1	14	2	1/1
Перу	29,1	1 285,2	7	10	6	9	7/0
Португалия	10,6	92,1	2	4	11	Н/д	4/1
Румыния	22,0	238,4	Н/д		24	14	-
Саудовская Аравия	28,7	2 149,7	6	6	25	9	-
Сербия	10,2	88,4	Н/д	2	0	Н/д	1/0
Словения	2,0	20,3	Н/д	2	9	3	11/0
США	308,8	9 862,7	25	26	32	78	13/0
Тайвань	23,1	35,8	3	4	15	3	-
Украина	47,0	603,7	24	54	165	114	-
Финляндия	5,3	338,0	Н/д	2	3	0	-
Франция	60,0	544,0	6	7	52	Н/д	2/0
Хорватия	4,5	87,7	4	4	6	Н/д	0/0
Чехия	10,3	78,9	Н/д	3	9	9	8/0
Шри-Ланка	20,3	65,6	3	4	6	4	1/0
Швейцария	7,7	41,3	Н/д	6	50	7	0/0
Эстония	1,3	45,2	1	1	7	3	6/0
Южная Африка	49,3	1 221,0	4	5	13	2	1/1
Российская Федерация	141,9	17 075,4	7		301	185	4/4

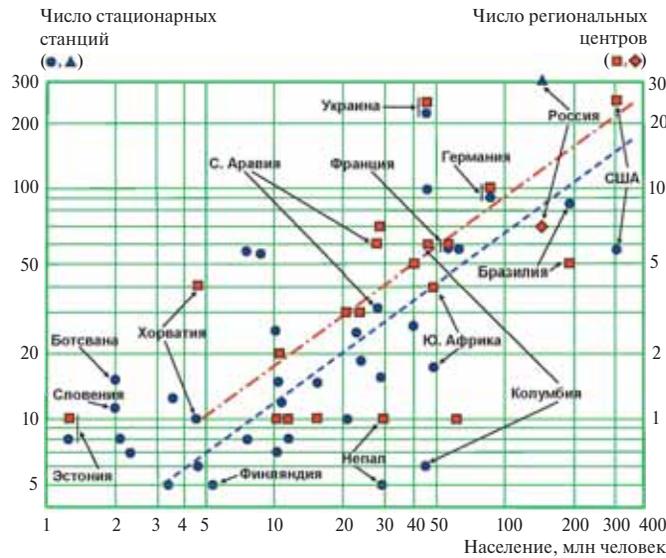


Рис. 1

зированы в [8]), и не отнесли при этом к МСРК ни одной станции. Германия включила в Список и в МСРК все обслуживаемые и часть необслуживаемых станций, работающих в ВЧ-диапазоне, оставив за рамками Международной системы РК хорошо известную станцию спутникового радиоконтроля в Леехейме (Leeheim), предоставляющую на коммерческой основе услуги спутникового радиоконтроля другим странам, причем не только европейским [9].

Вместе с тем большинство стран, фигурирующих в табл. 1, представили для включения в Список только часть своих станций, в основном обслуживаемых и работающих в ВЧ-диапазоне, отнеся к МСРК лишь некоторые из них либо вообще ни одной.

**Сравнение зарубежных сетей РК с российской сетью.** Ввиду отсутствия более детальных данных в качестве указанных в табл. 1 российских региональных центров, приняты главные центры РК семи федеральных округов [10]. Поскольку Россия присоединилась к МСРК только в начале 2010 г, соответствующие данные в Списке [6] отсутствуют, но доступны на сайте МСЭ [11]. Согласно этим данным Россия включила в Список четыре станции РК, работающие в ВЧ-диапазоне в Архангельске, Белгороде, Санкт-Петербурге и Смоленске, отнеся их все к МСРК.

Как видно из табл. 1, Российская Федерация лидирует по общему числу станций РК, причем как стационарных (301), так и подвижных (185). По числу станций на 1 млн жителей Россия также опережает многие страны – 2,12 стационарных и 1,3 подвижных, тогда как большинство других стран, включая развитые, имеют менее 1,5 стационарных и менее 0,5 подвижных станций РК соответственно. Тем не менее в нескольких странах (Австрия, Украина, Швейцария, Эстония и др.) аналогичные показатели, в основном в части стационарных станций, превышают российские более чем вдвое, а

Таблица 2

	Коэффициент линейной корреляции Пирсона	
	Фиксированные станции РК	Региональные центры РК
Население	0,38	0,63*
Территория	0,25	0,51*

\* Коэффициент указан для стран с известным числом региональных центров РК.

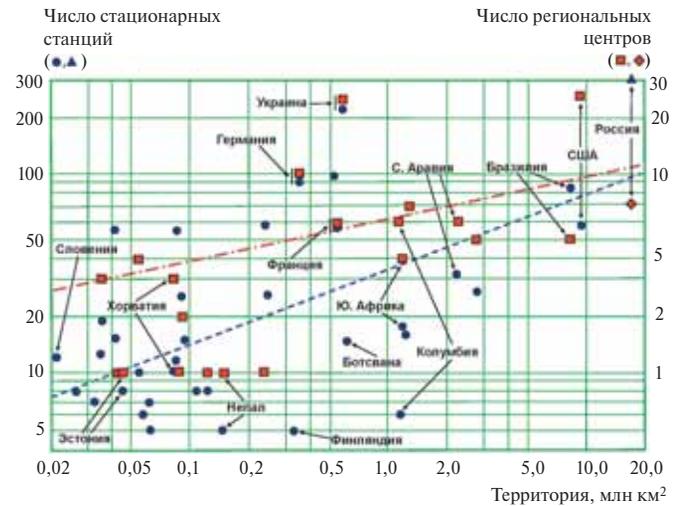


Рис. 2

это значит, что дальнейшее увеличение числа станций РК в России вполне соответствует современной международной практике.

Представляется, что на данном этапе эффективно не столько наращивание числа российских станций РК ОВЧ/УВЧ-диапазона, сколько повышение качества охвата радиоконтролем в местных сетях РК, что может быть достигнуто за счет:

- оптимизации размещения новых стационарных станций для исключения возможных необслуживаемых участков территории внутри существующих зон охвата РК;
- расширения зон охвата в нужных направлениях;
- повышения точности местоопределения путем триангуляции и обеспечения более равномерного распределения этой точности в пределах зон охвата РК;
- возможного переноса в другие места РК, вклад которых в общий охват РК незначителен;
- оптимизации числа обслуживаемых станций, осуществляющих все функции РК, и автоматизированных пеленгаторов, используемых для определения местоположения, и т.д.

С помощью разработанных в последние годы методологии и программных средств для планирования и оптимизации сетей РК [12, 13], уже нашедших отражение в п. 6.8 последней версии Справочника МСЭ по радиоконтролю [14], можно будет эффективно выполнять такие работы. Предложения по совершенствованию российской сети РК в ВЧ-диапазоне сформулированы в [13]. Серьезным шагом по расширению сети МСРК России стало включение в нее пяти российских станций РК ВЧ-диапазона, расположенных в Сибири и на Дальнем Востоке [10], что позволило бы дополнительно покрыть международным РК громадные территории.

**Трудозатраты по обслуживанию сетей радиоконтроля.** Статистика трудозатрат европейских стран по управлению национальными сетями РК на основе данных [5] приведена в табл. 3. Трудозатраты выражены в эквиваленте 100%-ной занятости соответствующего персонала, поэтому ряд представленных показателей имеет дробные значения. Это обусловлено тем, что данные, представленные администрациями связи, включают в себя работников как со стандартным 5-дневным рабочим графиком (40 часов в неделю), так и с частичной занятостью.

Таблица 3

Страна	Трудозатраты по техническим работам категории А	Трудозатраты по техническим работам категории В	Трудозатраты по техническим работам категории С	Трудозатраты по административным работам (категория АДМ)	Трудозатраты на одну стационарную станцию РК	Функции, переданные сторонним организациям
Австрия	22,4	3,2	1,4	3	0,56	Нет
Бельгия	17	7	3	6	4,71	Нет
Болгария	23	1,5	4	1,5	3,75	Нет
Босния и Герцеговина	7	0	0	2	1,50	Испытания, калибровка, установка или ремонт оборудования выполняются поставщиком оборудования по контракту
Великобритания	70	13	5	22	1,86	Ремонт и калибровка технического оборудования
Венгрия	17	17	2	7	1,72	Техническая поддержка, установка и техобслуживание, ремонт, калибровка
Германия	73	26	33	13	1,61	Нет
Греция	42	48	3	2	11,87	Техническая помощь в особых случаях
Испания	152	157	2	27	3,48	Спутниковый радиоконтроль, технические исследования и техническая помощь
Латвия	20	8	1	4	4,71	Калибровка и ремонт; установка и техобслуживание лабораторий
Литва	17	2	0,5	2	4,3	Нет
Македония	10	3	2	3	2,25	Нет
Молдавия	12	4	4	3	1,92	Нет
Нидерланды	10	10	6	2	1,87	Нет
Португалия	23,6	24,6	8,7	11,8	4,87	Примерно 20% объема работ по технической поддержке, установке и техобслуживанию при нехватке собственного персонала и лабораторий для выполнения этих работ
Румыния	15	9	3	4	1,29	Строительные работы, техобслуживание, калибровка и ремонт оборудования
Сербия	7	3	0	3	6,50	Калибровка и ремонт оборудования, экспертиза предложений и закупка нового оборудования, монтаж новых станций
Словения	4	0	0	1	0,45	Установка и техобслуживание оборудования, калибровка, ремонт
Украина	230	160	12	60	2,11	Нет
Финляндия	8	1	1	1	2,20	Калибровка, обслуживание основного оборудования и подвижных средств
Франция	140	8	0	14	2,75	Техническая поддержка, осуществляемая производителями оборудования
Хорватия	14	1	1	5	2,11	Ремонт и калибровка технического оборудования
Чехия	45	0	1	12	4,83	Технические и научные исследования, калибровка и ремонт оборудования
Швейцария	20	5	8	3	0,64	Спутниковый радиоконтроль
Эстония	3	4	1	1	1,13	Нет

Согласно [5] трудозатраты соответствуют четырем категориям работ.

1. Категория А (основные задачи радиоконтроля):

- контроль соответствия излучений условиям и параметрам частотных присвоений;
- обзор частотных полос и измерение занятости частотных каналов;
- исследование случаев возникновения помех;
- выявление несанкционированных излучений и оказание помощи в их ликвидации.

2. Категория В (дополнительные задачи радиоконтроля):

- помощь в проведении специальных мероприятий, таких как крупные спортивные соревнования и государственные визиты;
- измерение зон радиопокрытия;
- исследования ЭМС;
- технические и научные исследования;
- измерения на соответствие ограничениям на уровни неионизирующих излучений.

3. Категория С (установка оборудования и техническая поддержка):

- экспертиза предложений и закупка нового оборудования;
- монтаж новых станций;
- установка и техобслуживание оборудования;
- ремонт, испытания и калибровка.

4. Категория АДМ: работы административного характера, в основном управление и координация деятельности технического характера по категориям А, В, С.

Кроме того, в табл. 3 представлены данные по работам, выполняемым на договорной основе со сторонними организациями, и общие трудозатраты (просуммированные по всем категориям) на одну станцию РК. Как видно из таблицы, трудозатраты в расчете на одну станцию РК в разных странах существенно различаются. Изучение дополнительных данных по сетям радиоконтроля различных европейских стран позволяет предположить, что трудозатраты ниже в тех странах, где в последние годы переоснастили оборудование РК,

заменяв его современным автоматизированным. В тех же странах, включая экономически развитые, где такое переоснащение пока не состоялось, трудозатраты на одну станцию РК заметно выше.

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что во всех странах, как развитых, так и развивающихся, радиоконтролю уделяется большое внимание. Учитывая, что стоимость каждой станции РК, будь то стационарная или подвижная, составляет от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов долларов США, по приведенным данным можно получить представление о значительных суммах, которые страны инвестируют в сети РК, и о том, насколько обоснованы затраты на поддержание эффективности использования национального радиочастотного спектра. Эти данные позволяют сделать вывод о возможности сокращения трудозатрат путем модернизации станций сети РК, что также повысит качество выполняемых функций.

Сравнивая показатели РФ и зарубежных стран, можно прийти к заключению, что по числу станций РК Россия занимает передовые позиции в мире, что, безусловно, является большим достижением национальной радиочастотной службы. Присоединение в начале 2010 г. России к МСРК МСЭ, а значит, исчезновение на карте всемирного международного РК самого большого на планете «белого пятна», заметно повысило эффективность работы этой организации. Дальнейшее совершенствование российской системы РК целесообразно осуществлять не на экстенсивной, а на интенсивной основе путем повышения качества охвата РК местными сетями ОВЧ/УВЧ-диапазона, что может быть достигнуто при использовании современных методологии и программных средств.

*Автор выражает глубокую благодарность канд. техн. наук А.П. Павлюку за любезное предоставление для данной работы малодоступных информационных материалов из различных зарубежных источников и д-ру техн. наук М.А. Быховскому за ценные предложения, реализация которых позволила значительно улучшить статью.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Международный союз электросвязи. Справочник по радиоконтролю. – Женева, 2002.
2. Международный союз электросвязи. Регламент радиосвязи. – Женева, 2008.
3. Recommendation ITU-R SM.1139. 10. – 1995. International monitoring system. – <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM/en>.
4. Резолюция 23-1 МСЭ-Р. 2000. Расширение системы международного радиоконтроля до всемирного масштаба. – <http://www.itu.int/publications/publications.aspx?lang=en&parent=R-RES&selection=4&sector=1>.
5. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations. CEPT/ECC Project Team FM22. Doc. FM22(09)50 rev. 1, 30.09.2009. Questionnaire and Results on Radio Monitoring Services.
6. International Telecommunication Union. List VIII – List of International Monitoring Stations. 11<sup>th</sup> edition, March 2009.
7. Критические значения коэффициента линейной корреляции Пирсона. – [http://psystat.at.ua/Articles/Table\\_Pearson.PDF](http://psystat.at.ua/Articles/Table_Pearson.PDF).
8. Krutova O.E., Luther W., Pavlyuk A.P. Location characteristics of the USA HF international spectrum monitoring network using new software // Proc. of the 18<sup>th</sup> International Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility. – Wroclaw, Poland, 2006.
9. European Conference of Postal and Telecommunications Administrations. Memorandum of Understanding on Satellite Monitoring within CEPT, November 2003. – <http://www.cept.org/4170324A-3BD3-475F-BE9C-B790A3188360?frameo>
10. Пугачев О.В. Действующая система радиоконтроля предприятий радиочастотной службы. Концептуальные направления развития системы контроля за излучениями гражданского назначения // 9-я международная конференция «Нормативно-правовое регулирование использования радиочастотного спектра» («Спектр-2009»). – Ольгинка, Краснодарский край, 2009.
11. International Telecommunication Union. <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=terrestrial&rlink=terrestrial-monitoring-listviii&lang=en>. – <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=terrestrial&rlink=terrestrial-monitoring-listviii&lang=en>.
12. Крутова О.Е., Павлюк А.П., Плоский А.Ю. Планирование и оптимизация сетей радиоконтроля в ОВЧ/УВЧ-диапазоне // Электросвязь. – 2009. – № 5.
13. Крутова О.Е., Павлюк А.П., Плоский А.Ю. Улучшение показателей российской сети радиоконтроля ВЧ-диапазона // Электросвязь. – 2008. – № 9.
14. Document ITU-R 1C/89-E (Addendum 6). 07-2010. Working Party 1C Rapporteur Group on Spectrum Monitoring Handbook issues. Draft Revision of Chapter 6 «Fundamentals and supporting tools».

Получено 22.10.10

ПРАВИТЕЛЬСТВО УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
МИНИСТЕРСТВО ИНФОРМАТИЗАЦИИ И СВЯЗИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА  
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА  
КЛУБ ИТ-ДИРЕКТОРОВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»

ПРИГЛАШАЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ К УЧАСТИЮ В ВЫСТАВКЕ!

**ИТ** **ИНФОТЕХ/2011**  
ВЫСТАВКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
29 сентября - 2 октября



РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- IT для государства
- IT для бизнеса
- IT для жизни
- Системы, средства и услуги связи



Место проведения:  
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9 (ФОЦ «Здоровье»)  
Тел./факс: (3412) 733-585, 733-587, 733-591 (доб. 1194,1187)  
e-mail: [it@vcudmurtia.ru](mailto:it@vcudmurtia.ru); [www.it.vcudm.ru](http://www.it.vcudm.ru)

Генеральный  
информационный  
партнер:

**репутация**

Генеральный  
радиопартнер:

**ВЫБЕРИ  
РАДИО**

Информационные партнеры:

**ПРОМЫШЛЕННАЯ**

**ОБОРУДОВАНИЕ**

Интернет-спонсоры:

**PronPortal.ru**

**ИЖЕВСК**

**T+Comm**

**ПЛАС**

**RF ROSFIRM.RU**

**Возв-И**