



атомекс

Тенденции развития систем связи АЭС

NPP communication system trends



к.т.н. С.Ф.Куткин
 Филиал ОАО Головной институт
 «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»
 к.т.н. В.М.Кривошапко
 ЗАО «Информтехника и Промсвязь»

S.Kutkin, PhD
 Branch of JSC Leading Institute
 «VNIPIET» «SPbAEP»
 V.Krivoshapko, PhD
 JSC «Informtekhnika & Promsvyaz»

Москва, декабрь 2013,

Актуальность. В отрасли накопилась тенденция, при которой существующие и строящиеся системы внутриобъектной связи АЭС избыточно разнообразны по архитектуре и компонентам, что противоречит концепции типовых проектов АЭС-2006 и АЭС ВВЭР ТОИ (табл.1) [1].

Цель работы -анализ тенденций развития систем связи АЭС и выработка рекомендаций по их оптимальному типовому построению.

Задачи управления, терминология видов и подсистем связи АЭС

Задачи управления, подсистемы и виды связи АЭС			Проводная					Беспроводная	
			Аудио			Видео		Микросотовая	Сотовая
			Двусторонняя		Односторонняя громкая	Двусторонняя	Односторонняя		
			Тихая	Громкая					
Задачи внутри-объектного управления (связи)	1.Подсистема Общестанционной Связи (ОбС)	1.Общестанционная телефонная связь 2.ОбТС 3.СУА	1.Связь совещаний. 2.СС	1.Радиотрансляция 2.РТ 3.СУН	1.Видео-конференц-связь 2.ВКС	1. Кабельное телевидение 2.КТВ	1.Общестанционная радиосвязь 2. ОБС РС (GSM,DECT) 3.СУУ	GSM	
	2.Подсистема Оперативно-технологической Связи (ОС)	1. Оперативная телефонная связь 2.ОТС 3.СУВ	1.Двусторонняя громкоговорящая связь 2.ДГС 3.СУВ	1.Командно-поисковая связь 2.КПС 3.СУС		1.Промтелевидение 2. ПТВ 3. СУР		1.Оперативная радиосвязь 2. ОС РС (TETRA, GSM-R,...). 3. СУС	
	3.Подсистема Оперативной Связи Противоаварийного Управления (ОСПАУ)	1.Оперативная телефонная связь ПАУ 2. ОТСПАУ 3. СУВ	-	1. Оповещение 2. ОПОВ 3. СУС	1.Телемост ПАУ	1.Телеоповещение		1.Радиосвязь ПАУ 2. ОС РСПАУ 3.СУС	
Задачи управления ФЗ	4.Подсистема Оперативной Связи Физической Защиты (ОСФЗ)	Прямая телефонная CZG		Громкая связь CZC		Охранное телевидение CZE		Оперативная радиосвязь CZS	

- На АЭС используется более 14 различных видов связи. Их названия ниже определим согласно таксономической таблицы. Коды KKS подсистем связи соответствуют РД ЭО1.1.2.28.0821-2010.
- Для сокращения затрат часть видов связи по РД можно объединить в подсистемы СУВ, СУС и СУС. Это применяет СПбАЭП. В проектах МосАЭП и НИАЭП обычно ОТС и ДГС, а также КПС и ОПОВ разделены.
- Дополнительно требует изучения возможность объединения инфраструктуры подсистем односторонней громкой связи СУС и CZC (весьма вероятно), а также для состояния аварии АЭС инфраструктуры подсистем беспроводной связи в СУС с системами СУУ и CZS (зависит от типа оборудования, т.к. требует информационного разделения абонентов оперативной и неоперативной связи, открытых и крипто абонентов).

Рис.1 Вариант архитектуры системы внутриобъектной связи 3-го поколения

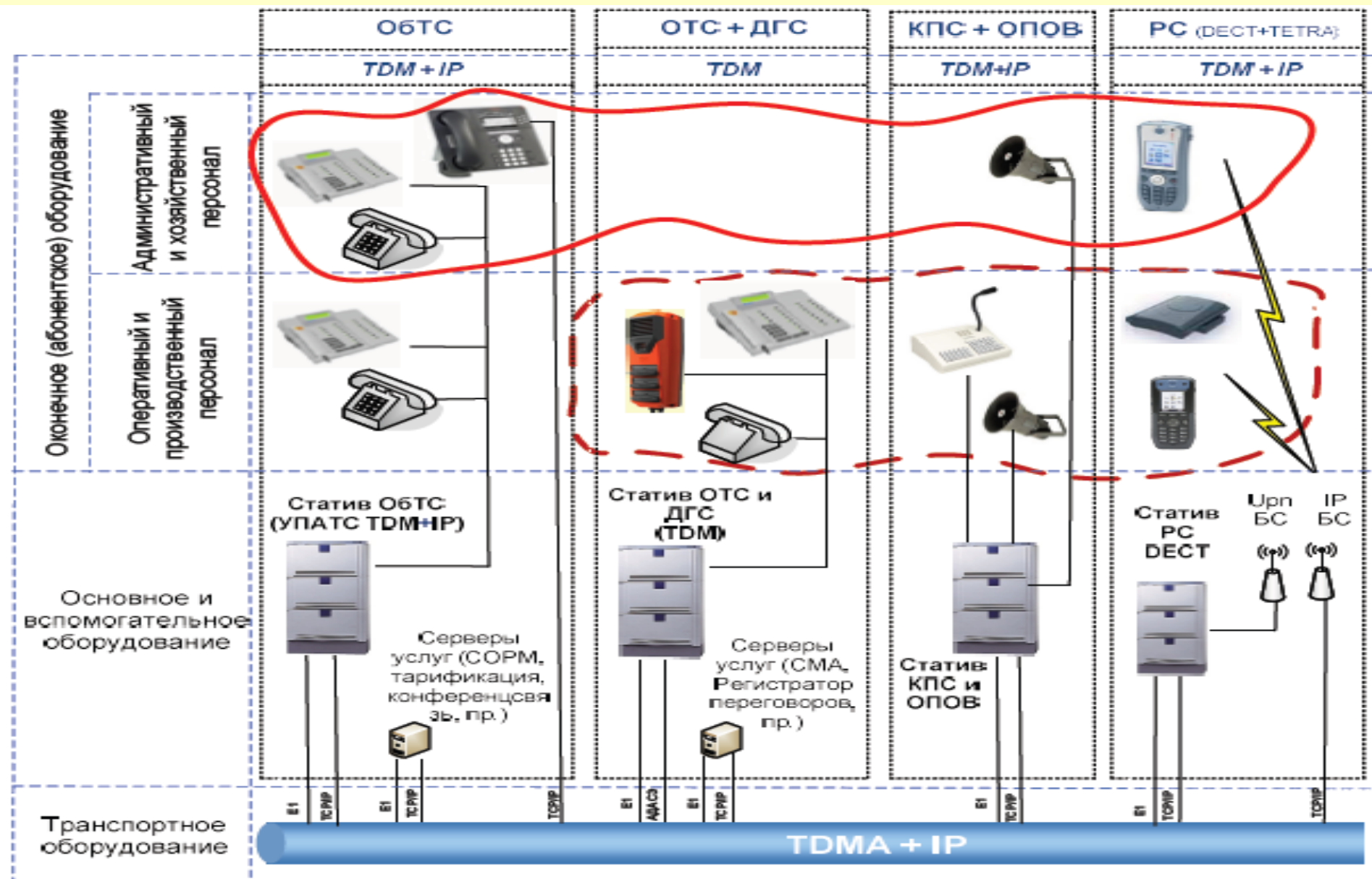


Табл. Поколения (эволюция) систем связи АЭС

№ поколения, признаки	1	2	3	4
Типовой проект	СССР ХмАЭС, Балаковская АЭС	Куданкулам, Бушер, Ростовская АЭС, Тяньваньская АЭС (блоки 1 и 2), блок 4 Белоярской АЭС	АЭС-2006 (ЛАЭС-2, НВАЭС-2, АЭС в Белоруссии), ВВЭР ТОИ (Курская АЭС-2, Смоленская АЭС-2), Тяньваньская АЭС (блоки 3 и 4)	Перспективные блоки АЭС
Виды связи	ОБТС, ОТС, ДГС+КПС, ОПОВ, РС	ОБТС, ОТС, ДГС, КПС, ОПОВ, РС, пейджинг или слабоинтегрированный локальный DECT	ОБТС, ОТС+ДГС, КПС+ОПОВ, достаточно разветвленный DECT, TETRA	ОБТС+DECT, ОТС+ДГС+DECT, ОПОВ+КПС, TETRA
Базовое оборудование	Подсистемы независимы	Подсистемы независимы, +пейджинг	Системы независимы, но взаимосвязаны и имеют активное резервирование. Частично типовое оборудование.	Единое пространство сервисов, усиление роли РС DECT. Типовое оборудование.
Транспорт	Вырожден	Медь	Медь и оптика	Единый отказоустойчивый транспорт
Абонентское оборудование			Беспроводность и персональность (DECT и TETRA)	Эргономичность, интеллектуальность
Методология	Индивидуальны е решения для каждой АЭС	Типовые решения для групп АЭС	Попытка единообразия на основе РД [4]	Типовое решение на основе РД [4] и ЕОНКОМ (Единый отраслевой номенклатурный каталог оборудования и материалов)

**Тенденции развития систем
внутриобъектной связи АЭС обусловлены
быстрыми изменениями, происходящими
в технологиях:**

- управления АЭС (табл.2),**
- систем связи (табл.3) [2].**

Табл.2 Движущие силы изменений технологий управления

Движущие силы	ЭБ	Общественные здания	Территория
1.Снижение: -размеров объектов (в т.ч. малые АЭС); -численности персонала	0,1-0,3км ~30чел	0,1-0,3км ~300чел	0,5-2км (30 км) ~100чел
2. Возрастание доли мобильного персонала (>50%)	DECT	DECT	DECT, TETRA, GSM, DMR
3. Персонализация сервисов по: -времени уст. связи, -уровню шума, -по дополнительным услугам	1с 80-110дБ Alarm, SMS	10с 50дБ SMS	30с 40дБ SMS

Табл.3 Тенденции развития отдельных видов СВЯЗИ

	ОБТС	ОТС	ДГС	ОПОВ	КПС	РС-радиосвязь
Приоритет	3	1	1	1	2	2
Состояние	Дрейф в “All over IP” для внешней связи + интеграция с DECT	Насыщение и интеграция с РС DECT	Насыщение	Внедрение систем с гибким управлением на основе ЛВС	Интеграция в подсистему ОПОВ	Выбор: DECT vs TETRA
Коммутационное оборудование	IP vs TDM	TDM- коммутация (IP коммутация не приносит здесь качественных преимуществ для голосовой связи)		IP/TDM		IP/TDM
Доп. оборудование	IP-TDM шлюз			Цифровые усилители, сетевые коммутаторы		Доминирование TDM- базовых станций
Абонентское оборудование	ISDN vs IP	ISDN и аналоговые телефоны и УГС доминируют, промышленных IP абонентских устройств нет на рынке (дорого и ограниченное применение)		Интеллектуальные пульты управления		Спектр: Smartphone vs Pager

Прогноз тенденций развития систем связи АЭС (рис.1).

1.1 Система СУА (ОБТС) для эффективной интеграции с системами внешней связи дрейфует в сторону NGN-технологий, при этом критичной остается проблема обеспечения информационной безопасности.

1.2 Система СУВ (ОТС+ДГС) включает в себя IP-TDM шлюз для облегчения интеграции новых IP- сервисов, но сохраняет TDM- коммутационное ядро, т.к. IP-коммутация не создает новых преимуществ для голосовой связи.

1.3 Система (СУУ) эксплуатационных радиотелефонов DECT расщепляется на две логические и/или физически независимые подсистемы. Одна- как расширение системы СУА для ее мобильных DECT абонентов (рис.1), другая- как расширение системы СУВ для оперативного персонала, работающего в помещениях с повышенным уровнем шума и/или находящегося в мобильном состоянии. Последнее обусловлено тем, что на технологии DECT созданы решения для внутриобъектной Профессиональной Мобильной Радиосвязи, ранее реализуемые только на стандартах TETRA, APCO и GSM-R [2].

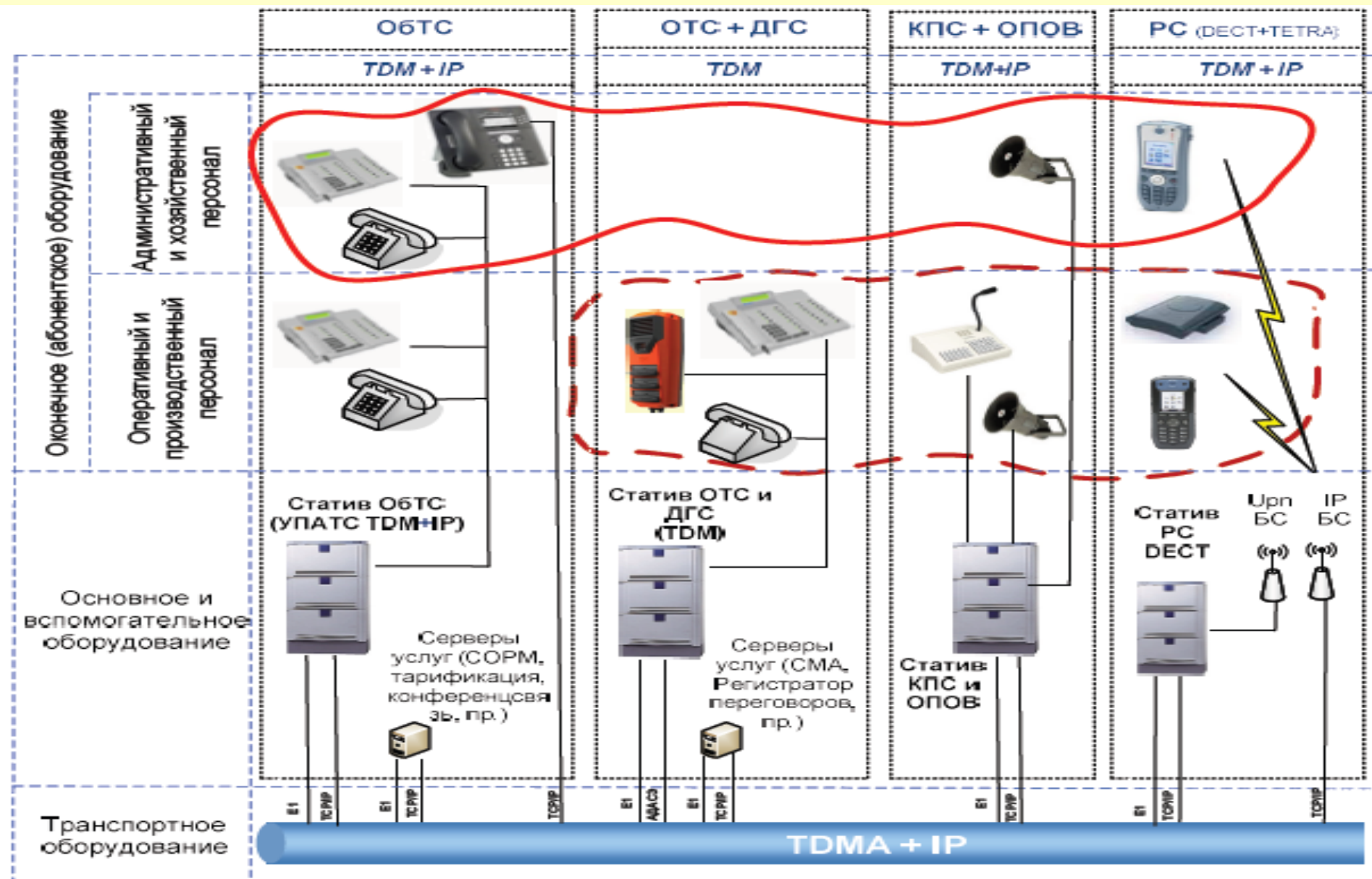
1.4 Система СУС (Оповещение+КПС) дрейфует от TMD в сторону более гибкого IP- управления и применения энерго- эффективных цифровых усилительных технологий [3].

1.5 Проводные абоненты систем СУА и СУВ (телефонные и двусторонние громкоговорящие) и беспроводные абоненты систем СУУ (DECT) и СУС (TETRA) объединяются в единое пространство нумерации и частично пространство сервисов, где основные количественные показатели качества (время установления связи не более 1 с, слышимость и разборчивости речи при высоких уровнях шума (80-110Дб)) должны быть гарантированы производителями.

1.6 Транспорт системы связи АЭС мигрирует от систем передачи на основе кабелей с медными жилами в сторону оптоволоконных систем.

1.7 Центр тяжести разработок перемещается в сторону повышения эргономики соответствующего абонентского оборудования и информационной безопасности систем связи АЭС вследствие существенного прогресса технологий базового и транспортного оборудования систем связи, обусловленных NGN- технологиями [2].

Рис.1 Вариант архитектуры системы внутриобъектной связи 3-го поколения



Рекомендация. Требуется дополнительная координация совместных работ заказчика, генпроектировщиков и разработчиков-производителей оборудования в развитии существующей нормативной базы [4] типовых решений для проектов АЭС-2006 и АЭС ВВЭР ТОИ, учитывающих перечисленные тренды и обеспечивающих оптимальную стоимость владения оборудованием связи.

Литература:

1. Куткин С.Ф., В.М.Кривошапко В.М. Реализация типовой архитектуры системы связи АЭС на платформе “МиниКом DX-500”- Atomcon-2010, Москва, 2010.
2. Вербин В.С., Кривошапко В.М. Влияние NGN-технологий на эволюцию систем связи энергогенераций. –Энергорынок, N 03, 2013, с.65-68.
- 3.Эйдус Ю.Д. Построение системы громкоговорящей связи на основе цифровых технологий.- Материалы совещания по системам связи, www.minicom.ru, Истра, май 2013.
4. Системы и оборудование внутренней оперативной связи атомных станций. РД ЭО1.1.2.28.0821-2010.