

Региональный форум МСЭ-D по вопросам развития  
для Европы и СНГ:  
**"Сети последующего поколения (СПП) и широкополосная связь"**  
Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 года

## **Радио и цифровой разрыв**

**Александр Васильевич Васильев**  
Советник, Сектор радиосвязи (МСЭ-R), Бюро радиосвязи  
телефон: +41 22 730 59 24, ФАКС: +41 22 730 57 85  
Эл. почта: [alexandre.vassiliev@itu.int](mailto:alexandre.vassiliev@itu.int)



**Верен идее соединить мир**



## **Роль радио технологий в создании глобальной информационной инфраструктуры**

Сегодня большинство населения Земли использует радиосредства (радио и телевидение, средства фиксированной и подвижной связи и др.) для обмена информацией.

Количество пользователей резко возросло в последнее десятилетие, что обуславливается:

- разработкой и внедрением цифровых технологий на базе:
  - новых методов кодирования и сжатия данных;
  - эффективных методов цифровой модуляции;
  - высокопроизводительной и недорогой цифровых компонентов (чипах);
- повышением эффективности использования радиочастотного спектра;
- наличием наземных и спутниковых радио сетей, обеспечивающих возможность связи и доступа к данным в любом месте в любое время.

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Радио и обмен данными

- По видимому радио устройства это наиболее используемые средства обмена данными. По статистическим данным сегодня используется:
- более 4.6 миллиарда сотовых телефонов; 
- ~ 2.5 миллиарда радиоприёмников; 
- ~1.7 миллиарда телевизоров; 
- множество различного рода приставок, Wi-Fi в компьютерах и др. устройствах, и т.п..

Source: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/di/2009/index.html> and [http://www.nationmaster.com/graph/med\\_tel-media-televisions](http://www.nationmaster.com/graph/med_tel-media-televisions)

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Статистика использования средств связи (1998-2009)



Количество контрактов сотовой связи в 2009 ~ 4,6 миллиардов.

В 2008 году число абонентов широкополосной подвижной (беспроводной) связи превысило число абонентов фиксированной (проводной) широкополосной связи. 4

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

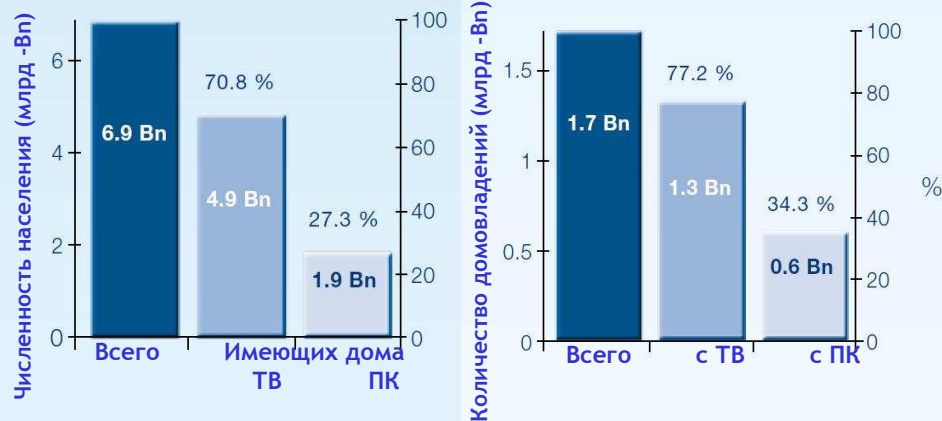


Международный союз электросвязи

## Количество ТВ приёмников и персональных компьютеров у населения (2009 г.)

Количество индивидуумов

Количество домохозяйств



Источник: Всемирная база данных МСЭ по показателям в области электросвязи/ИКТ  
Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Цифровые радио системы/сети для населения

- Системы/сети наземных служб:
  - линии связи фиксированной службы;
  - сети подвижной службы;
  - радиовещательные сети.
- Системы/сети космических служб:
  - сети фиксированной спутниковой службы;
  - сети радиовещательной спутниковой службы;
  - сети подвижной спутниковой службы.
- Гибридные системы/сети

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Системы/сети наземной подвижной службы

- Системы сотовой связи второго поколения являются наиболее распространёнными средствами связи (>4,6 миллиардов контрактов).
- Начато широкое внедрение систем широкополосного беспроводного доступа (ШБД), базирующихся на технологиях «Системы международной подвижной связи IMT-2000 и IMT-Advanced».
- Во многих странах внедрены системы наземного ШБД, использующие технологии третьего поколения (3G), а также четвёртого поколения (4G), использующие технологию WiMax. Начато внедрение систем на базе технологии “Long time evolution” (LTE).

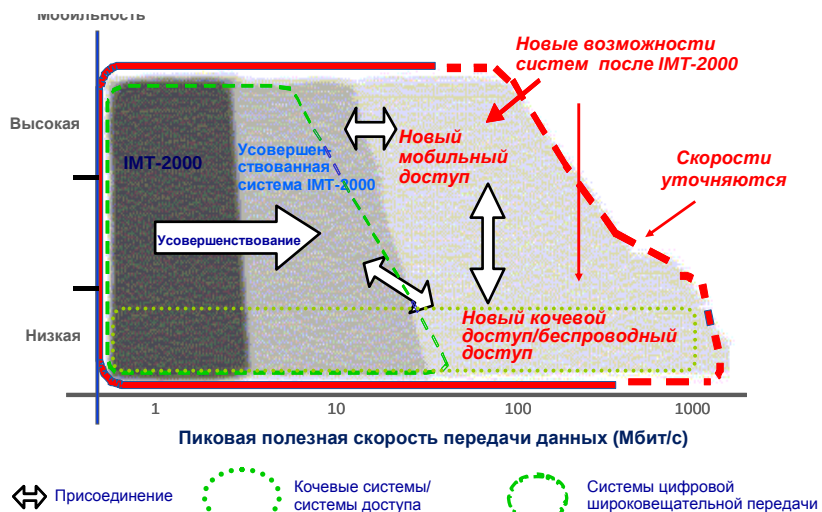
## Количество подписчиков фиксированной и подвижной связи

Большинство населения использует устройства беспроводного (радио) доступа как оконечные терминалы



Обмен информацией между базовыми станциями сетей беспроводного доступа осуществляется через сети общего доступа (магистральные)

## Производительность наземных систем/сетей подвижного беспроводного доступа



Рекомендация МСЭ-R М. 1768 «Методика расчета потребностей в спектре для будущего развития наземного сегмента IMT-2000 и последующих систем», 9 см. <http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1768-0-200603-I/en>



Международный союз электросвязи

## Современные системы наземной фиксированной службы

### Примеры сетей/систем:

- самыми массовыми на настоящий момент являются локальные радиосети (*RLAN*), базирующиеся на стандартах IEEE 802.11х. Сети *RLAN* являются псевдо-фиксированными, так как функционируют при относительной скорости перемещения между устройствами до 20 км/час;
- фиксированные системы/сети, использующие технологию WiMax.



Международный союз электросвязи

## Наземные радиовещательные системы/сети



11

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Сравнение скоростей передачи данных DVB-T и DVB-T2

| Модуляция | Код. скорость | DVB-T            |                 |              | DVB-T2           |                 |              |
|-----------|---------------|------------------|-----------------|--------------|------------------|-----------------|--------------|
|           |               | Релеевский канал | Скорость Мбит/с |              | Релеевский канал | Скорость Мбит/с |              |
|           |               |                  | GI=1/4 (8K)     | GI=1/32 (8K) |                  | GI=1/4 (8K)     | GI=1/32 (8K) |
| QPSK      | 1/2           | 5.4              | 5.0             | 6.0          | 1.8              | 6.2             | 6.8          |
| QPSK      | 2/3           | 8.4              | 6.6             | 8.0          | 4.6              | 8.3             | 9.1          |
| QPSK      | 3/4           | 10.7             | 7.5             | 9.1          | 5.9              | 9.4             | 10.2         |
| QPSK      | 5/6           | 13.1             | 8.3             | 10.1         | 7.2              | 10.4            | 11.4         |
| 16-QAM    | 1/2           | 11.2             | 10.0            | 12.1         | 7.3              | 12.5            | 13.6         |
| 16-QAM    | 2/3           | 14.2             | 13.3            | 16.1         | 10.5             | 16.7            | 18.2         |
| 16-QAM    | 3/4           | 16.7             | 14.9            | 18.1         | 12.2             | 18.8            | 20.5         |
| 16-QAM    | 5/6           | 19.3             | 16.6            | 20.1         | 14.4             | 20.9            | 22.8         |
| 64-QAM    | 1/2           | 16.0             | 14.9            | 18.1         | 11.7             | 18.7            | 20.4         |
| 64-QAM    | 2/3           | 19.3             | 19.9            | 24.1         | 15.4             | 25.0            | 27.9         |
| 64-QAM    | 3/4           | 21.7             | 22.4            | 27.1         | 17.5             | 28.2            | 30.7         |
| 64-QAM    | 5/6           | 25.3             | 24.9            | 30.2         | 19.9             | 31.3            | 34.1         |
| 256-QAM   | 1/2           | -                | -               | -            | 15.4             | 25.0            | 27.3         |
| 256-QAM   | 2/3           | -                | -               | -            | 20.0             | 33.4            | 36.5         |
| 256-QAM   | 3/4           | -                | -               | -            | 22.5             | 37.6            | 41.0         |
| 256-QAM   | 5/6           | -                | -               | -            | 25.3             | 41.9            | 45.6         |

GI - защитный интервал

12

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



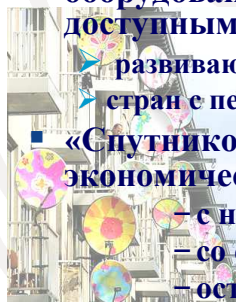


Международный союз электросвязи

## Спутниковые системы



- Спутниковые системы обеспечивают возможность обмена данными между любыми точками на Земле и в любое время.
- Используются в большинстве стран мира, как развитых, так и развивающихся.
- Для работы через спутниковые сети не требуется создания инфраструктуры, как для сотовых систем, а необходим небольшой и недорогой комплект оборудования, что делает спутниковые системы легко доступными для населения:
  - ▶ развивающихся стран, включая наименее развитые страны;
  - ▶ стран с переходной экономикой
- «Спутниковый доступ» часто является наиболее экономически обоснованным для стран/территорий:
  - с низкой плотностью населения;
  - со сложным (напр. горным) рельефом;
  - островных государств

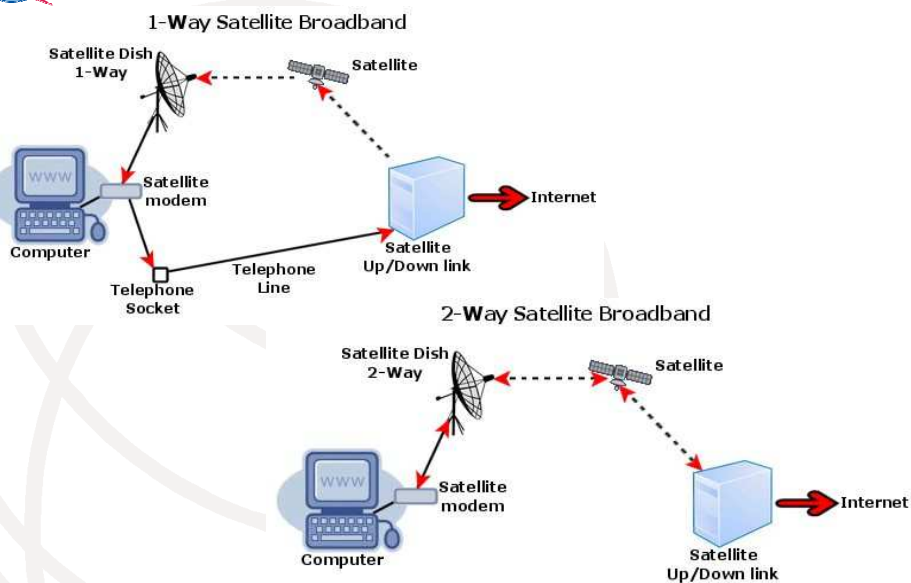


Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Спутниковые системы/сети

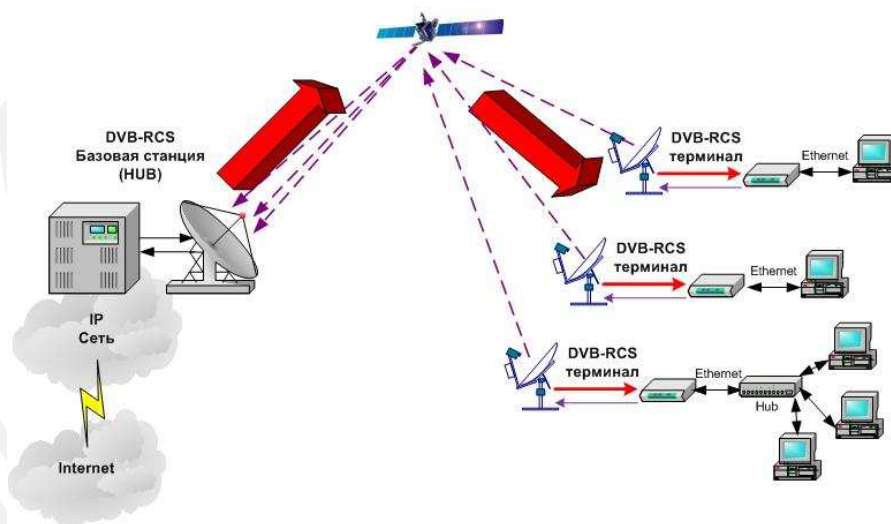


Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Пример структуры спутниковой системы доступа к Интернету



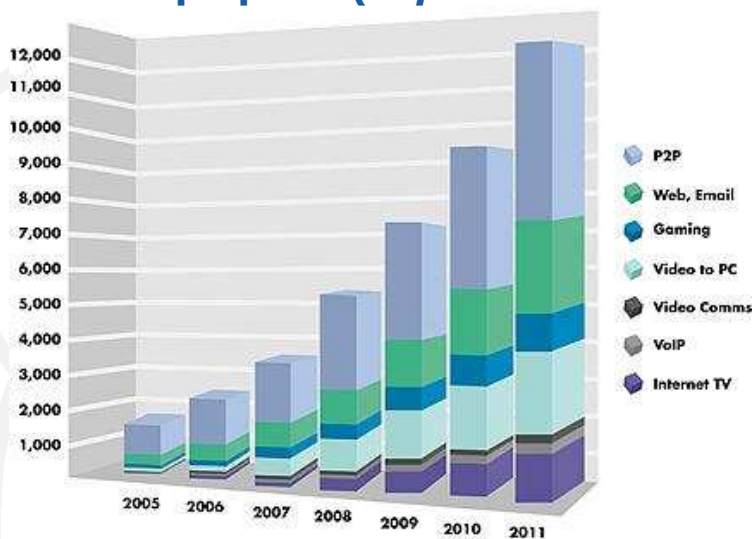
15

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Оценка спутникового Интернет трафика (терабитов в месяц)



См. [http://www.satmagazine.com/cgi-bin/display\\_article.cgi?number=1609810110](http://www.satmagazine.com/cgi-bin/display_article.cgi?number=1609810110)

<http://www.defensenews.com/story.php?i=4195271&c=FEA&s=TEC>

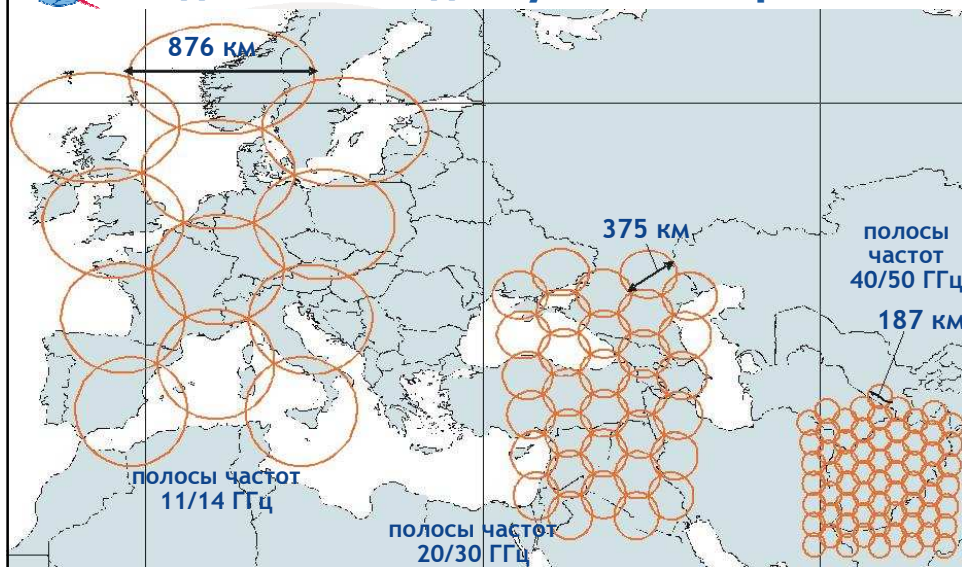
По оценкам экспертов в ближайшее время можно ожидать появления спутников обеспечивающих скорость передачи данных 100 Гбит/сек.

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.





## Примеры лучей систем ФСС для обмена данными и доступа к Интернет



Источник: Рекомендация МСЭ-R S.1782

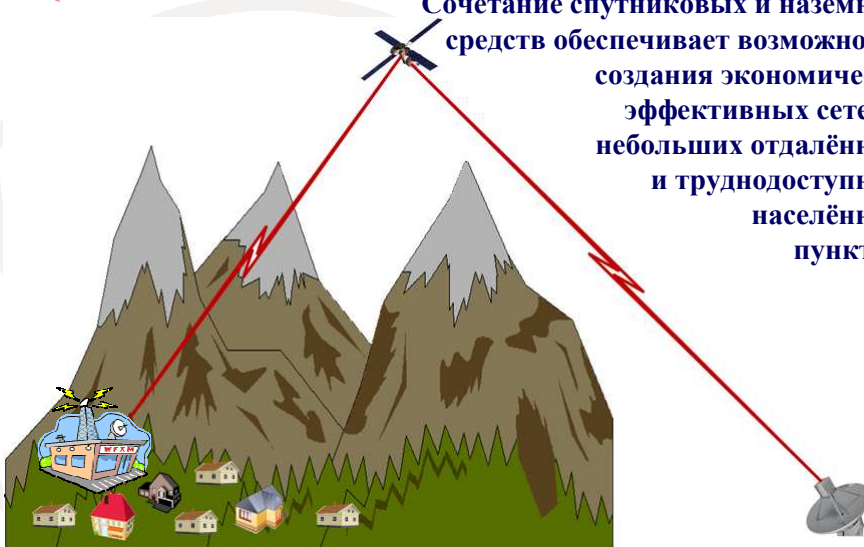
Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



Международный союз электросвязи

## Гибридные системы/сети

Сочетание спутниковых и наземных средств обеспечивает возможность создания экономически эффективных сетей в небольших отдалённых и труднодоступных населённых пунктах.



Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Радио и контроль за окружающей средой

Радиоволны проходя через среду и/или отражаясь от поверхности получают информацию о среде.

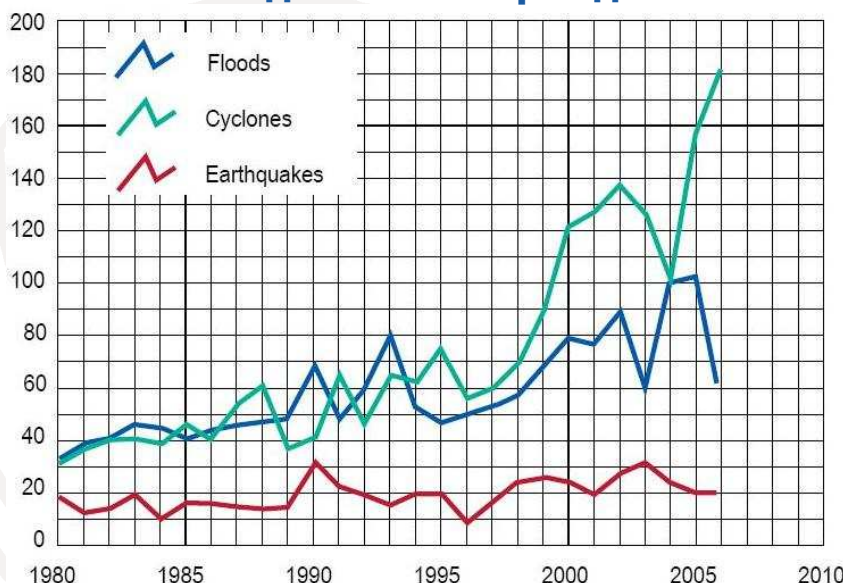
Эта информация используется системами наблюдения за окружающей средой для прогнозирования погоды, изменений климата, обнаружения стихийных бедствий и т. п.

- Радио системы и устройства, являются важнейшим звеном глобальной системы и используются для:
  - наблюдения и предсказания изменений климата;
  - предсказания погоды, стихийных бедствий;
  - раннего предупреждения;
  - планирования и проведения помощи при стихийных бедствиях.
- Национальные и международные системы/подсистемы глобального наблюдения используют датчики дистанционного зондирования (пассивные и активные), базирующиеся на современных радио технологиях.

19

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Количество природных стихийных бедствий в период 1980-2007



Disaster Risk Reduction Global Review 2007  
United Nations, 2007, Geneva, Switzerland

20

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

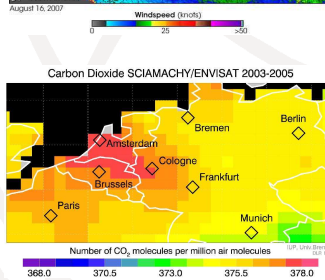
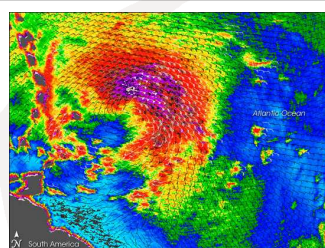
## Роль радио в смягчения последствий стихийных бедствий – используемые службы радиосвязи

- Предсказание и обнаружение стихийных бедствий – метеорологические службы (наземные и космические) и спутниковая служба исследования Земли;
- Предупреждение населения – наземные и спутниковые: радиовещательные, фиксированные, подвижные;
- Смягчение последствий бедствий – любительские, радиовещательные и подвижные службы (особенно спутниковые).

21

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Наблюдение за атмосферой (над землёй, океаном и льдом)



### Основные климатические переменные

**Поверхность:** температура воздуха, осадки, атмосферное давление, излучения поверхности Земли, скорость и направление ветра, водяные пары и др.

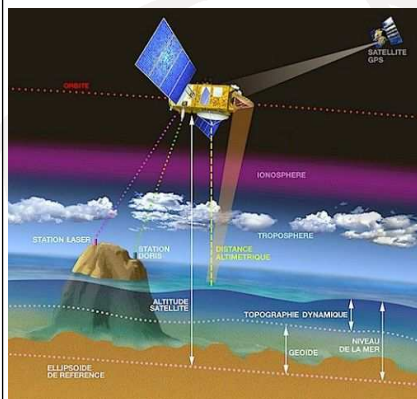
**Верхние слои атмосферы:** излучения Земли, температура верхних слоёв, скорость и направление ветра, водяные пары, параметры облаков и др.

**Состав атмосферы:** углекислый газ, метан, озон, другие парниковые газы, аэрозоли, и др.

22

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Наблюдение за состоянием океана



Датчики исп-ся для мониторинга океанов и ледяных полей. Напр. высотомеры на спутниках измеряют изменения уровня океана с точностью 2-3 см.

### Основные климатические переменные

**Поверхность:** температура, солёность, уровень, состояние поверхности, объём и состояние льда, цвет (для определения биологической активности), и др.

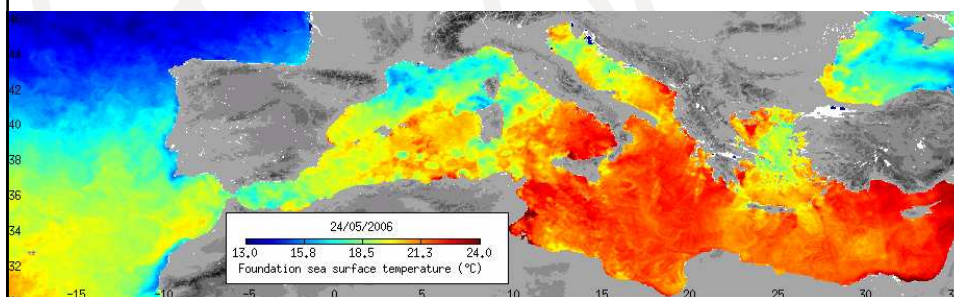
**Подводные параметры:** температура, солёность, питательные вещества, углекислота, течения, фитопланктон.

23

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Измерение температуры океана и предсказание погоды

Одним из основных факторов, определяющих силу штормов и ураганов, является температура поверхности океана. Измерение температуры поверхности океана производится дистанционными датчиками со спутников с точностью 0,2°C. Полученные данные используются для предсказания погоды и предсказания стихийных бедствий.



Карта температуры Средиземного моря, полученная радиометром спутника Envisat

24

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Широкополосный доступ

**“В 21-ом веке экономически доступный широкополосный доступ к Интернету становится жизненно необходимым для развития общества и экономики также как транспортные сети, сети энерго- и водоснабжения.”**

**Генеральный секретарь МСЭ д-р Хамадун ТУРЕ**

- Учитывая важность широкополосного доступа для населения и экономики, МСЭ рассматривает содействие внедрению и использования широкополосного доступа как одну из основных стратегических задач Союза.
- Ряд стран принял национальные программы по обеспечению широкополосного доступа для всех граждан.

25

Региональный форум для Европы и СНГ: “Сети последующего поколения и широкополосная связь” Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.

## Широкополосный доступ и экономика

**По некоторым оценкам:**

- один пункт увеличения проникновения подвижной связи равный 1% в развивающихся странах соответствует повышению среднего дохода на душу населения на 4,7%<sup>1</sup>;
- Аналогично, один пункт увеличения проникновения Интернета равный 1% в развивающихся странах соответствует повышению среднего дохода на душу населения на 10,5%<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Группа по вопросам управления электросвязью 2007 год.

26

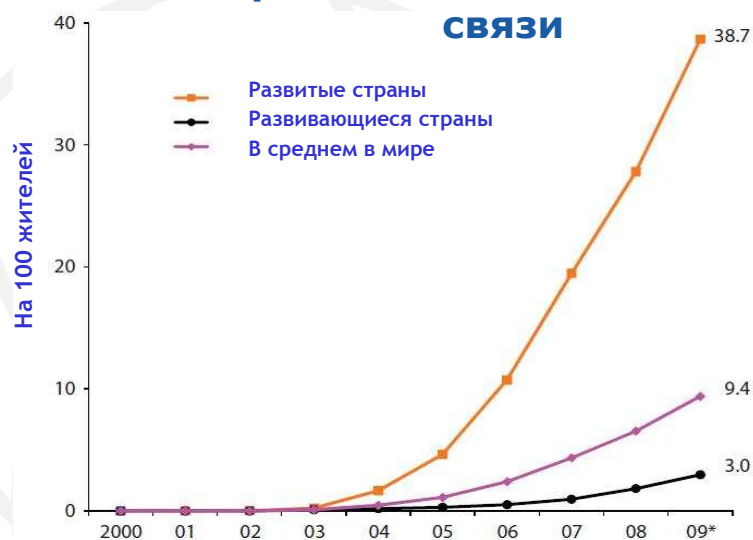
Региональный форум для Европы и СНГ: “Сети последующего поколения и широкополосная связь” Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.





Международный союз электросвязи

## Количество контрактов на услуги широкополосной подвижной связи



Источник: Всемирная база данных МСЭ по показателям в области электросвязи/ИКТ  
\* Оценочные значения

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г. 27



Международный союз электросвязи

## Заключение

- Системы, базирующиеся на использовании современных радиотехнологий, используются абсолютным большинством населения Земли.
- Радио системы/сети, в настоящее время, являются наиболее «демократическими», так как используются в большей степени по сравнению с проводными сетями как развитых, так и в развивающихся странах.
- Радио системы обеспечивают обмен данными в «любой точке в любое время».
- Без радиотехнологий невозможно преодолеть цифровой разрыв.

Региональный форум для Европы и СНГ: "Сети последующего поколения и широкополосная связь" Кишинёв, Молдова, 4-6 мая 2010 г.



**Спасибо за внимание!**  
**Вопросы?**