|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R P.1144-6**  **(02/2012)** |
| **Руководство по использованию методов прогнозирования распространения радиоволн, разработанных  3-й Исследовательской комиссией по радиосвязи** |
| **Серия P**  **Распространение радиоволн** |

**Предисловие**

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

**Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)**

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.) | |
| **Серия** | **Название** |
| **BO** | Спутниковое радиовещание |
| **BR** | Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения |
| **BS** | Радиовещательная служба (звуковая) |
| **BT** | Радиовещательная служба (телевизионная) |
| **F** | Фиксированная служба |
| **M** | Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы |
| **P** | **Распространение радиоволн** |
| **RA** | Радиоастрономия |
| **RS** | Системы дистанционного зондирования |
| **S** | Фиксированная спутниковая служба |
| **SA** | Космические применения и метеорология |
| **SF** | Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы |
| **SM** | Управление использованием спектра |
| **SNG** | Спутниковый сбор новостей |
| **TF** | Передача сигналов времени и эталонных частот |
| **V** | Словарь и связанные с ним вопросы |

|  |
| --- |
| ***Примечание****. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.* |

*Электронная публикация*Женева, 2012 г.

© ITU 2012

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R P.1144-6

Руководство по использованию методов прогнозирования распространения радиоволн, разработанных 3-й Исследовательской комиссией по радиосвязи

(1995-1999-2001-2001-2007-2009-2012)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация содержит руководство по использованию методов прогнозирования распространения волн, разработанных 3-й Исследовательской комиссии по радиосвязи. Она информирует пользователей о наиболее подходящих методах для конкретных применений, а также о пределах, требуемой входящей информации и о результатах для каждого из этих методов.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что необходимо оказать помощь пользователям Рекомендаций МСЭ-R серии P (разработанных 3-й Исследовательской комиссией по радиосвязи),

рекомендует,

**1** чтобы информация, содержащаяся в таблице 1, использовалась для руководства по применению различных методов прогнозирования распространения радиоволн, содержащихся в Рекомендациях МСЭ-R серии P (разработанных 3-й Исследовательской комиссией по радиосвязи);

**2** чтобы информация, содержащаяся в таблице 2 и Приложении 1, использовалась для руководства по использованию различных цифровых карт геофизических параметров, необходимых для применения методов прогнозирования распространения радиоволн, упомянутых в пункте 1 раздела *рекомендует*, выше.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – По каждой Рекомендации МСЭ-R в таблице 1 представлена соответствующая информация в колонках, которая указывает:

*Применение*: служба(ы) или приложение, для которых предназначена Рекомендация.

*Тип*: ситуация, на которую распространяется Рекомендация, например "из пункта в пункт", "из пункта в зону", "прямая видимость" и т. п.

*Результат*: значение параметров результата, полученного за счет метода, предусмотренного в Рекомендации, например, потерь на трассе.

*Частота*: применяемый в Рекомендации диапазон частоты.

*Расстояние*: применяемая в Рекомендации дальность действия.

% *времени*: применяемые в Рекомендации значения процентной доли времени или диапазоны значений; % времени представляет собой процентную долю времени, которую превышает прогнозируемый сигнал в течение среднего года.

% *местоположений*: применяемый в Рекомендации диапазон процентной доли местоположений; % местоположений представляет собой процентную долю местоположений в пределах, предположим, квадрата со стороной в 100−200 м, которую превышает прогнозируемый сигнал.

*Высота терминала*: применяемый в Рекомендации диапазон высоты оконечной антенны.

*Входные данные*: список параметров, используемых на основе метода, содержащегося в Рекомендации; этот список составляется с учетом значения параметров и в некоторых случаях могут использоваться значения по умолчанию.

Информация, содержащаяся в таблице 1, уже представлена в самих Рекомендациях; однако таблица позволяет пользователям быстро определять возможности (и ограничения) Рекомендаций без необходимости вести поиск во всем тексте.

ТАБЛИЦА 1

Методы прогнозирования распространения радиоволн МСЭ-R

| Метод | Применение | Тип | Результат | Частота | Расстояние | % времени | % местоположений | Высота терминала | Входные данные |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рек. МСЭ-R P.368 | Все службы | Из пункта  в пункт | Напряженность поля | От 10 кГц  до 30 МГц | От 1 до 10 000 км | Не применяется | Не применяется | Земного базирования | Частота  Проводимость земной поверхности |
| Рек. МСЭ-R P.452 | Службы, использующие станции на поверхности Земли; помехи | Из пункта  в пункт | Потери на трассе | От 100 МГц до 50 ГГц | Не уточняется,  но до радиогоризонта и далее | От 0,001 до 50 Средний год и худший месяц | Не применяется | Пределы не установлены,  в приземном слое атмосферы. (Не предназначено для применений воздушной службы.) | Данные о характере трассы Частота Процентная доля времени  Высота антенны Тх Высота антенны Rx Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Метеорологические данные |
| Рек. МСЭ-R P.528 | Аэронавигационная подвижная | Из пункта  в зону | Потери на трассе | От 125 МГц до 15,5 ГГц | От 0 до 1 800 км  (для применений воздушной службы 0 км расстояния по горизонтали не означает 0 км длины трассы) | 1–95 | Не применяется | H1: от 1,5 м до 20 км H2: от 1 до 20 км | Расстояние Высота Tx Частота Высота Rx Процент времени |
| Рек. МСЭ-R P.530 | Фиксированные связи прямой видимости | Из пункта  в пункт  Прямая видимость | Потери на трассе  Улучшение разнесения (условия чистого воздуха) XPD(2) Выход из строя Ошибка в показателях | Примерно от 150 МГц до 100 ГГц | До 200 км при прямой видимости | Вся процентная доля времени  в условиях чистого воздуха; от 1 до 0,001  в условиях осадков(1).  И худший месяц по ослаблению | Не применяется | Достаточно высокий для обеспечения установленного просвета трассы | Расстояние Высота Tx  Частота Высота Rx Процентная доля времени Данные о препятствиях на трассе  Данные о климате Информация о профиле местности |
| Рек. МСЭ-R P.533 | Радиовещательная Фиксированная Подвижная | Из пункта  в пункт | Основные MUF Напряженность поля ионосферной радиоволны  Имеющаяся мощность приемника  Отношение сигнал/шум  LUF Надежность схемы | От 2 до 30 МГц | От 0 до 40 000 км | Все процентные доли | Не применяется | Не применяется | Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Число солнечных пятен  Месяц Время дня  Частоты Мощность Tx Тип антенны Tx Тип антенны Rx |

| ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*) | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод | Применение | Тип | Результат | Частота | Расстояние | % времени | % местоположений | Высота терминала | Входные данные |
| Рек. МСЭ-R P.534 | Фиксированная Подвижная Радиовещательная | Из пункта в пункт через спорадичес-кое E | Напряженность поля | От 30 до 100 МГц | От 0 до 4 000 км | От 0 до 50 | Не применяется | Не применяется | Расстояние Частота |
| Рек. МСЭ-R P.617 | Транс-горизонтальная с фиксированными связями | Из пункта  в пункт | Потери на трассе | > 30 МГц | От 100 до 1 000 км | 20, 50, 90, 99 и 99,9 | Не применяется | Пределы не установлены,  в приземном слое атмосферы. (Не предназначено для применений воздушной службы.) | Частота  Усиление антенны Tx  Усиление антенны Rx Геометрия трассы |
| Рек. МСЭ-R P.618 | Спутниковая | Из пункта в пункт | Потери на трассе  Усиление разброса и (в условиях осадков) XPD(2) | От 1 до 55 ГГц | Любая практическая высота орбиты | 0,001−5 для ослабления в дожде; 0,001−50 для общего ослабления;  0,001−1 для XPD(2)  Также худший месяц по ослаблению | Не применяется | Предел отсутствует | Метеорологические данные  Частота  Угол подъема Высота земной станции  Разделение и угол между местоположениями земных станций (для усиления разброса) Диаметр и эффективность антенны (для мерцания) Угол поляризации  (для XPD)(2) |
| Рек. МСЭ-R P.620 | Координация частот земных станций | Коорди-нация расстояний | Расстояние,  при котором достигается требуемая  потеря при распространении | От 100 МГц  до 105 ГГц | До 1 200 км | От 0,001 до 50 | Не применяется | Пределы не установлены,  в приземном слое атмосферы. (Не предназначено для применений воздушной службы.) | Минимальные базовые потери при передаче Частота  Процент времени  Угол подъема земной станции |
| Рек. МСЭ-R P.679 | Спутниковое радиовещание | Из пункта  в зону | Потери на трассе  Эффект местной среды | От 0,5 до 5,1 ГГц | Любая практическая высота орбиты | Не применяется | Пределы не установлены | Пределы не установлены | Частота  Угол подъема Особенности местной среды |
| Рек. МСЭ-R P.680 | Морская подвижная спутниковая | Из пункта  в пункт | Замирание на поверхности моря  Продолжительность замирания Помехи (соседний спутник) | 0,8−8 ГГц | Любая практическая высота орбиты | До 0,001% через распределение Райс-Накагами  Предел в 0,01% для помех(1) | Не применяется | Предел отсутствует | Частота  Угол подъема  Максимальное усиление точки прицеливания антенны |
| Рек. МСЭ-R P.681 | Сухопутная подвижная спутниковая | Из пункта  в пункт | Замирание трассы  Продолжительность замирания  Продолжительность незамирания | От 0,8 до 20 ГГц | Любая практическая высота орбиты | Не применяется  Процентная доля пройденного расстояния от 1 до 80%(1) | Не применяется | Предел отсутствует | Частота  Угол подъема  Процентная доля пройденного расстояния  Примерный уровень оптического затенения |

| ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*) | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод | Применение | Тип | Результат | Частота | Расстояние | % времени | % местоположений | Высота терминала | Входные данные |
| Рек. МСЭ-R P.682 | Аэронавига‑ ционная подвижная спутниковая | Из пункта  в пункт | Замирание на поверхности моря  Множество трасс  от земли и самолета во время посадки | 1–2 ГГц (замирание на поверхности моря)  1–3 ГГц (множество трасс от земли) | Любая практическая высота орбиты | До 0,001% через распределение Райс-Накагами(1) | Не применяется | Предел отсутствует для замирания на поверхности моря  До 1 км для земного отражения при посадке | Частота  Угол подъема  Поляризация Максимальное усиление точки прицеливания антенны  Высота антенны |
| Рек. МСЭ-R P.684 | Фиксированная Подвижная | Из пункта  в пункт  Из пункта  в зону | Напряженность поля ионизирующей радиоволны | От 30 до 150 кГц | От 0 до 16 000 км | 50 | Не применяется | Не применяется | Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Расстояние Мощность Tx Частота  Земные константы Время года Количество пятен на солнце Время дня |
| Рек. МСЭ-R P.843 | Фиксированная Подвижная Радиовещательная | Из пункта в пункт через метеор-пакеты | Полученная мощность Скорость передачи пакетов | От 30 до 100 МГц | От 100 до 1 000 км | 0 до 5 | Не применяется | Не применяется | Частота  Расстояние Мощность Tx  Усиление антенны |
| Рек. МСЭ-R P.1147 | Радиовещательная | Из пункта  в зону | Напряженность поля ионизирующей радиоволны | От 0,15 до 1,7 МГц | От 50 до 12 000 км | 1, 10, 50 | Не применяется | Не применяется | Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Расстояние Количество пятен на солнце  Мощность Tx Частота |
| Рек. МСЭ-R P.1238 | Подвижная Локальная радиосеть (RLAN) | Встроенные методы распростра-нения | Потери на трассе  Разброс задержки | От 900 МГц  до 100 ГГц | В зданиях | Не применяется | Не применяется | База: около 2−3 м Подвижная: около 0,5−3 м | Частота  Расстояние Факторы пола и стен |
| Рек. МСЭ-R P.1410 | Широкополосный радиодоступ | Из пункта  в зону | Покрытие Временное сокращение покрытия из-за дождя | От 3 до 60 ГГц | 0−5 км | От 0,001 до 1  (для расчета сокращения из-за дождя) | До 100 | Предел отсутствует; 0−300 м (типичная) | Частота  Размер ячейки Высота терминала Статистические параметры высоты зданий |

| ТАБЛИЦА 1 (*продолжение*) | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод | Применение | Тип | Результат | Частота | Расстояние | % времени | % местоположений | Высота терминала | Входные данные |
| Рек. МСЭ-R P.1411 | Подвижная | Методы распростра-нения по короткой трассе | Потери на трассе  Разброс задержки | От 300 МГц  до 100 ГГц | < 1 км | Не применяется | Не применяется | База: около 4–50 м Подвижная: около 0,5−3 м | Частота  Расстояние Размеры улиц Высота строений |
| Рек. МСЭ-R P.1546 | Наземные службы | Из пункта  в зону | Напряженность поля | От 30 до 3 000 МГц | от 1 до 1 000 км | от 1 до 50 | от 1 до 99 | *База Тх*: эффективная высота от менее от 0 м  до 3 000 м *Подвижная Rx*: ≥ 1 м | Высота рельефа местности  и наземный охват (факультативно) Классификация трассы Расстояние Высота антенны Tx Частота Процент времени Высота антенны RxУгол просвета местности Процентная доля местоположений Градиент преломляющей способности |
| Рек. МСЭ-R P.1622 | Спутниковая оптическая связь | Из пункта  в пункт | Потеря за счет поглощения Потеря за счет рассеяния Фоновый шум Амплитудное мерцание  Угол падения Отклонение луча Рассеяние луча | От 20 до 375 ТГц | Дальняя оптическая связь Земля-космос | Не применяется | Не применяется | Предел отсутствует | Длина волны Высота терминала Угол подъема  Параметры структуры турбулентности |
| Рек. МСЭ-R P.1623 | Спутниковая | Из пункта  в пункт | Продолжительность замирания, спад замирания | От 10 до 50 ГГц | Любая практическая высота орбиты | Не применяется | Не применяется | Предел отсутствует | Частота  Угол подъема  Порог ослабления  Ширина полосы фильтра |
| Рек. МСЭ-R Р.1812 | Наземные службы | Из пункта  в зону | Напряженность поля | От 30 до 3 000 МГц | Не уточняется, но до радиогоризонта и далее | От 1 до 50 | От 1 до 99 | Пределы не установлены,  в приземном слое атмосферы. (Не предназначено для применений воздушной службы.) | Данные о характере трассы Частота Процентная доля времени  Высота антенны Тх Высота антенны Rx Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Метеорологические данные |

| ТАБЛИЦА 1 (*окончание*) | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метод | Применение | Тип | Результат | Частота | Расстояние | % времени | % местоположений | Высота терминала | Входные данные |
| Рек. МСЭ-R Р.1814 | Наземная оптическая связь | Из пункта  в пункт | Потеря за счет поглощения Потеря за счет рассеяния Фоновый шум Амплитудное мерцание  Рассеяние луча | От 20 до 375 ТГц | Предел отсутствует | Не применяется | Не применяется | Предел отсутствует | Длина волны Видимость (в тумане) Протяженность трассы Параметры структуры турбулентности |
| Рек. МСЭ-R P.1853 | Наземная спутниковая | Из пункта  в пункт | Ослабление в дожде для наземных трасс.  Общее ослабление и тропосферное мерцание для трасс Земля-космос | 4–40 ГГц для наземных трасс  4–55 ГГц для трасс Земля-космос | От 2 до 60 км для наземных трасс  Геостационар-ный спутник | Не применяется | Не применяется | Предел отсутствует | Метеорологические данные  Частота  Угол подъема Высота земной станции  Разделение и угол между местоположениями земных станций (для усиления разброса) Диаметр и эффективность антенны (для мерцания) |
| Рек. МСЭ-R P.2001 | Наземные службы | Из пункта  в пункт | Потери на трассе | От 30 МГц  до 50 ГГц | 3–1 000 км | 0–100 | Не применяется | Пределы не определены,  в тропосфере | Данные о характере трассы Частота Процентная доля времени Высота антенны, усиление и азимутальное направление  Высота антенны Rx, усиление и азимутальное направление Широта и долгота Tx Широта и долгота Rx Поляризация |
| (1) Процентная доля времени сбоя; для определения доступности службы следует вычесть это значение из 100.  (2) XPD: Избирательность по кросс-поляризации. | | | | | | | | | |

ТАБЛИЦА 2

Цифровые карты геофизических параметров МСЭ-R

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рекомендация МСЭ-R | Описание | Разрешенность координат | Требуемая пространственная интерполяция  (см. Приложение 1) | Интерполяция  в вероятности | Интерполяция переменной | Наименование файла |
| P.839 | Среднегодовая высота изотермы 0° C (км) (zerodeg) | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Не применяется | Не применяется | ESA0HEIGHT.TXT |
| P.837 | Вероятность превышения уровня осадков (%) (уровень осадков) | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная | Не применяется | Не применяется | ESARAIN\_xxx\_v5.TXT; xxx = PR6, BETA, MT |
| P.1511 | Топографическая высота (a.m.s.l.) (км)  (высота) | 0,5° × 0,5° | Двухкубическая | Не применяется | Не применяется | TOPO0DOT5.TXT |
| P.836 | Вероятность превышения уровня испарения столба воды (%) (IWVC) | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная(1) | Логарифмическая | Линейная | ESAWVC\_xx\_v4.TXT; xx = 01, 02, 03, 05, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99 |
| P.836 | Вероятность превышения уровня испарения поверхности воды (%) (Rho) | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная(1) | Логарифмическая | Линейная | SURF\_WV\_xx\_v4.TXT; xx = 01, 02, 03, 05, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99 |
| P.836 | Приведенная высота водяных паров | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная | Логарифмическая | Линейная | VSCH\_xx\_v4.TXT; xx = 01, 02, 03, 05, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99 |
| P.1510 | Среднегодовая температура поверхности (температура) | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Не применяется | Не применяется | ESATEMP.TXT |
| P.453 | Медианное значение условий влажности преломляемости (Nwet) | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Не применяется | Не применяется | ESANWET.TXT |
| P.453 | Градиент преломления в нижних 65 м атмосферы (N-единиц/км) | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Не определена | Не применяется | DNDZ\_xx.TXT; xx = 01, 10, 50, 90, 99 |
| P.840 | Вероятность превышения столба воды жидкостных облаков (%) (CLW) | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная | Логарифмическая | Линейная | ESAWREDP\_xx\_v4.TXT; xx = 01, 02, 03, 05, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 99 |
| P.840 | Статистическое распределение общего содержания воды в жидкостных облаках | 1,125° × 1,125° | Двухлинейная | Не применяется | Не применяется | WRED\_LOGNORMAL\_MEAN\_v4.TXT, WRED\_LOGNORMAL\_STDEV\_v4.TXT,  и  WRED\_LOGNORMAL\_PCLW\_v4.TXT |

ТАБЛИЦА 2 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рекомендация МСЭ-R | Описание | Разрешенность координат | Требуемая пространственная интерполяция  (см. Приложение 1) | Интерполяция  в вероятности | Интерполяция переменной | Наименование файла |
| P.617 | Тропосферные климатические зоны | 0,5° × 0,5° | Не применяется | Не применяется | Не применяется | TropoClim.txt |
| P.2001 | Преломление и градиент приземного уровня в нижнем 1 км атмосферы | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Не применяется | Линейная | DN\_Median.txt DN\_SupSlope.txt DN\_SubSlope.txt |
| P.2001 и P.534 | Критическая частота для спорадического слоя *E* (*F*0*Es*) | 1,5° × 1,5° | Двухлинейная | Линейная | Линейная | FoEs50.txt FoEs10.txt FoEs01.txt FoEs0.1.txt |
| IWVC: интегрированное содержание водяных паров.  (1) Перед пространственной интерполяцией переменные в окружающих узловых точках приводятся к желаемой высоте в соответствии с процедурой масштабирования, изложенной  в применяемой Рекомендации. | | | | | | |

Для справки, на рис. 1 показаны взаимосвязи между геофизическими картами (черный цвет) и эффектом распространения (белый цвет).



Приложение 1

# 1 Двухлинейная интерполяция



*Дано*: Значения в четырех точках координат: *I*(*R*,*C*), *I*(*R*,*C*1), *I*(*R*1,*C*)и *I*(*R*1,*C*1).

*Задача*:Определить *I*(*r,c*), где *r* является долевым номером строки, а *c* – долевым номером столбца, используя двухлинейную интерполяцию.

*Решение*: Рассчитываем:

*I*(*r,c*) *I*(*R*,*C*)[(*R*1–*r*)(*C*1–*c*)]

*I*(*R*1*,C)* [(*r*–*R*)(*C*1*– c*)]

 *I*(*R*,*C**1*)[(*R*1*– r*)(*c*–*C*)]

*I*(*R* 1,*C**1*) [(*r – R*)(*c*–*C*)].

# 2 Двухкубическая интерполяция



*Дано*: Значения в 16 окружающих точках координат:

*I*(*R*,*C*), *I*(*R*,*C*1), *I*(*R*,*C*2), *I*(*R*,*C*3),

*I*(*R* 1,*C*), *I*(*R* 1,*C*1), *I*(*R* 1,*C*2), *I*(*R*1,*C*3),

*I*(*R*2,*C*), *I*(*R*2,*C*1), *I*(*R*2,*C*2), *I*(*R*2,*C*3),

*I(R*3,*C*), *I*(*R**C* 1), *I*(*R*3,*C* 2), *I*(*R*3,*C*3)*.*

*Задача*:Рассчитать *I*(*r*,*c*), где *r* является долевым номером строки, а *c* – долевым номером столбца, используя двухкубическую интерполяцию.

*Решение*:

*Шаг 1*: Для каждой строки *x*, где *x*  {*r*, *r*  1, *r*  2, *r*  3}, рассчитываем интерполяционное значение в желаемом долевом столбце *c* как:

,

где:



и

*a*  –0,5.

*Шаг 2*: Рассчитываем *I*(*r*,*c*), интерполируя одномерные интерполяции *RI*(*R*,*c*), *RI*(*R*1,*c*), *RI*(*R*2,*c*) и *RI*(*R*3,*c*) таким же образом, как и интерполяции строк.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_