

Продолжение Табл.2

Optimal Network, <i>Optimal Performance</i>	ttp://www.optimal.com
HyFormix, <i>Strategizer</i>	ttp://www.hyperformix.co
StrataCom (Cisco), <i>StrataSphere</i>	ttp://www.stratacom.com
Univercity of Michigan, <i>NetMod</i>	http://www.citi.umich.edu
Zitel, <i>Capacity Planer</i>	http://www.zitel.com
Графическое представление сети	
Confluent, <i>Visual Thought</i>	http://www.confluent.com
NetSuite (Visionael), <i>NetSuite Prof. Design</i>	http://www.netsuite.com
netViz Corp., <i>netViz</i>	http://www.quyen.com
Visio Corp., <i>Visio</i>	http://www.visio.com

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев М., Хомков И., Кравченко С., Шаповаленко С. Моделирование и анализ корпоративных информационных систем. // *PC Week/RE*, №34, 1998. – С.34-36.
- [2]. ПО моделирования работы сетей. *Computerweek-Moscow*, №5, 1995.– С.18-19.
- [3]. Том Стернс. Учимся моделировать // *Сети*, №5, 1998.
- [4]. Мусич П. HP пересматривает перечень услуг OpenView. // *PC Week/RE*, №25, 1997.– С.26.
- [5]. Мусич П. Cabletron и Optimal Network в одной команде. // *PC Week/RE*, №33, 1997.– С.30.
- [6]. Бар Д. Проектирование сети следующего поколения. // *LAN Magazine /Русское издание*, №5, 1996.– С.106-110

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО КАНАЛА В ШИРОКОПОЛОСНОЙ ЦСИО

<http://edoc.bseu.by/>

Н.Е. Богомолова

Московский Технический Университет связи и информатики, ул. Авиамоторная. 8, Москва, 111024, РОССИЯ, тел. (095) 716-10-55, n_bogomolova@hotmail.com

АННОТАЦИЯ

Архитектура Ш-ЦСИО представляет собой две взаимодействующие сети – информационную и сигнальную, в качестве последней используется SS#7. В работе рассмотрен метод оценки производительности виртуальной сети сигнализации в Ш-ЦСИО, который может использоваться при синтезе сети. Введено понятие коэффициента отношения информационной и сигнальной скоростей.

Производительность сигнального виртуального канала оценена суммарной пропускной способностью обслуживаемых им виртуальных информационных трактов при максимально допустимой сигнальной нагрузке, которая определяется в соответствии с заданными показателями качества функционирования.

Также рассмотрена задача управления ресурсами в тракте передачи с помощью перераспределения скоростей между сигнальной информацией и информацией пользователя при возникновении пачечности сигнальной информации.

1. ВВЕДЕНИЕ

Цифровые сети интегрального обслуживания (ЦСИО) возникли на основе объединения услуг Интегральной цифровой сети связи (IDN), созданной в начале 70-х годов и сетей ЭВМ с коммутацией пакетов. Первоначально

появились узкополосные ЦСИО (У-ЦСИО), работающие на скорости до 2 Мбит/сек, затем широкополосные ЦСИО (Ш-ЦСИО), работающие на скоростях выше 2 Мбит/сек (155 Мбит/сек, 622 Мбит/сек и 2,4 Гбит/сек) [1].

Напомним, что для Ш-ЦСИО была специально разработана технология асинхронного метода передачи (АТМ) [2], как компромисс между методами коммутации каналов и коммутации пакетов. При этой технологии вся цифровая информация запаковывается в ячейки длиной 53 байта (5 байт - заголовок, 48 байт - полезная информация) и передается по виртуальным каналам (VC), которые объединяются в виртуальные пучки (VP).

В АТМ не требуется жесткого выделения ресурсов передачи для конкретных источников информации, поэтому для различных служб на основе анализа направленности потоков и нагрузки определяется необходимая ширина полосы пропускания для каждого направления. По этим характеристикам службы могут быть разделены на: двунаправленные симметричные, двунаправленные асимметричные и однонаправленные.

Услуги широкополосных сетей, например услуги мультимедиа, выдвигают дополнительные требования к сигнализации. Для удовлетворения этих требований в системе сигнализации функции управления вызовом и управле-

ния соединением разделены. Это означает, что для управления конфигурацией вызова и выделения каналов будут использоваться разные протоколы. Функция управления вызовом осуществляет предварительное логическое установление связи между вызывающим и вызываемым терминалами пользователей с учетом качества обслуживания без выделения физических ресурсов. Лишь после успешного установления соединения, когда выполнены все требования пользователя, функция управления соединением выделяет ресурсы для вызова.

Набор процедур, используемых для установления, поддержки и разрыва соединений, каждая из которых требует обмена информацией между пользователем и сетью или между узлами коммутации, называется сигнализацией.

Принципы сигнализации в Ш-ЦСИО аналогичны принципам сигнализации в У-ЦСИО, где происходит разделение информационной и управляющей нагрузок и информация сигнализации передаётся по выделенной управляющей сети. Отличие же состоит только в том, что в У-ЦСИО сигнальная сеть состоит из отдельных временных каналов, а в Ш-ЦСИО используется виртуальная сеть сигнализации, в которой поддерживаются постоянные и полупостоянные соединения виртуальных каналов сигнализации (SVC). Канал SVC используется для установления, контроля и разъединения информационных виртуальных каналов, по которым передается пользовательская информация. Он организуется одной из оконечных точек сигнализации, когда она является активной, и является двунаправленным, т.е. один виртуальный канал сигнализации организуется в одном направлении, а второй SVC в обратном направлении.

Система сигнализации в Ш-ЦСИО должна обеспечивать передачу сообщений между пользователем и сетью, и между транзитными и оконечными УК ATM. В дальнейшем будет рассматриваться только сигнализация между УК ATM – в интерфейсе NNI (Network Node Interface). Протокол межузловой сигнализации в терминах ITU-T называется "подсистема пользователя В-ISDN" (В-ISUP – Broadband Integrated Service User Part) и описывается в нескольких рекомендациях серии Q.27xx.

Одной из проблем, затрудняющей внедрение телекоммуникационных сетей на основе технологии ATM, является невозможность сразу предоставить пользователям весь комплекс служб и дополнительных услуг из-за недостаточной проработки вопросов сигнализации. Для её решения разработан план развития системы

сигнализации Ш-ЦСИО, реализующий принцип "от простого к сложному" и предусматривающий 3 этапа развития. На первом этапе поддерживаются системы сигнализации служб с постоянной скоростью передачи и установлением соединений, на втором этапе предусматривается поддержка системы сигнализации служб с изменяющейся скоростью передачи, на третьем этапе система сигнализации должна обеспечивать поддержку всех служб, включая мультимедиа и предоставлять пользователю практически полный перечень дополнительных услуг.

Виртуальные секции трактов Ш-ЦСИО представляют собой две взаимодействующие сети:

- виртуальную информационную сеть, по которой передаётся информация пользователей;
- виртуальную сигнальную сеть, обеспечивающую управление установлением и разъединением соединений в виртуальной информационной сети.

При этом информационные каналы могут находиться в одном виртуальном тракте с каналом сигнализации, или в разных трактах.

При синтезе Ш-ЦСИО возникает задача расчёта сигнальной виртуальной сети, которая может быть сведена к оценке производительности виртуального канала сигнализации SVC.

Под производительностью SVC в данной работе понимается суммарная пропускная способность всех обслуживаемых им информационных трактов (пиковое значение скорости) при максимально допустимой сигнальной нагрузке. Максимально допустимая сигнальная нагрузка определяется в соответствии с заданными показателями качества функционирования Ш-ЦСИО.

При анализе уже работающей Ш-ЦСИО возникают задачи управления каналом SVC с целью обеспечения его максимальной производительности.

Услуги (сервисы) в Ш-ЦСИО могут выполняться с установлением различных типов соединений в виртуальной информационной сети и виртуальной сети сигнализации.

1. Основные услуги, при предоставлении которых устанавливается соединение как через информационную сеть, так и через сеть сигнализации. Обозначим интенсивность потока таких соединений через λ .
2. Дополнительные услуги, при предоставлении которых нагрузка на сигнальную сеть больше, чем при основных услугах. Можно сказать, что на сеть сигнализации возникает

дополнительный поток сигнальных единиц (СЕ), интенсивность которого мы обозначим через λ_0 .

3. Дополнительные услуги, при предоставлении которых осуществляется передача информации только через сигнальную сеть. Обозначим для этих услуг интенсивность потока СЕ через λ_c .

Рассмотрим сначала ситуацию, когда Ш-ЦСИО предоставляет только основные услуги ($\lambda > 0$, $\lambda_0 = 0$, $\lambda_c = 0$).

2. КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ И СИГНАЛЬНОЙ СКОРОСТЕЙ

Очевидно, что число информационных соединений, одновременно обслуживаемых одним сигнальным каналом, зависит от того, какую нагрузку на SVC создаёт каждое соединение. Также очевидно, что при выполнении различных дополнительных услуг нагрузка от каждого соединения на SVC возрастает.

В связи с неоднородностью источников нагрузки Ш-ЦСИО различают службы, осуществляющие передачу с постоянной скоростью, для которых необходима постоянная ширина полосы пропускания и службы с переменной скоростью, где пользуются максимально эффективными методами кодирования и сжатия. Для служб с переменной скоростью усложняется оценка реальной нагрузки, поэтому используют характеристики максимальных (пиковых PCR) и средних значений (SCR) скорости передачи пропускной способности. В дальнейшем для этих служб будем производить оценку нагрузки по пиковой скорости.

Рассмотрим совокупность информационных трактов, обслуживаемых одним SVC, как обслуживающее устройство системы массового обслуживания (СМО). Каждый из N информационных каналов этих трактов имеет пропускную способность равную пиковой скорости передачи по каналу - B_i . Общая пропускная способность совокупности информационных трактов C_u определится как:

$$C_u = \sum_{i=1}^N B_i \cdot \beta,$$

где

β - коэффициент, учитывающий корреляцию пачечности трафика в совокупности информационных каналов, обслуживаемым одним SVC.

Сигнальный канал SVC в терминах СМО

также является обслуживающим устройством и имеет постоянную пропускную способность (скорость передачи) - C_c .

При осуществлении соединения заявка на обслуживание поступает сразу на оба обслуживающих устройства. Среднее время τ между поступлениями заявок на оба обслуживающих устройства определяется из выражения:

$$M(\tau) = \int_0^{\infty} \tau f(\tau) d\tau = 1/\lambda$$

Теперь обратим внимание на время занятия информационной и сигнальной сетей одним соединением. Это время, конечно, тесно связано с длинами передаваемых по ним сообщений, которые для Ш-ЦСИО оценим в ячейках.

Каждая из сетей имеет постоянную пропускную способность или скорость обслуживания (сигнальная сеть C_c , а информационная сеть C_u). Случайные отклонения во времени передачи сигнальной информации и информации пользователя обусловлены разными длинами этой информации. Зная соотношение услуг, предоставляемых данной Ш-ЦСИО и прогнозируя ситуацию на сети (в частности, процент отказов, занятости и неответа абонентов), можно получить средние значения длин информации пользователя и сигнальной информации для каждого соединения.

Пусть l_u и l_c означают соответственно средние длины информации пользователей и сигнальной информации для одной заявки. Предположим, что эти длины распределены по экспоненциальному закону со средними значениями $1/\mu_c$ и $1/\mu_u$. В соответствии с этим предположением более короткая информация ($l_u < 1/\mu_u$, $l_c < 1/\mu_c$) появляется чаще, чем длинная. Предположение об экспоненциальном распределении длин информации пользователя и сигнальной информации позволяет быстро получить искомый результат.

Если канал сигнализации имеет пропускную способность C_c яч/сек, то очевидно, что на передачу сигнальной информации длиной l_c яч потребуется время $t_c = l_c/C_c$ сек.

Плотности распределения времени передачи сигнальной информации и информации пользо-

$$f(t) = \mu C_e^{-\mu C t}$$

вателя можно записать в виде

Математическое ожидание времени передачи сигнальной информации составляет

$M(t_c)=1/\mu_c C_c$, а информации пользователя - $M(t_u)=1/\mu_u C_u$ [3].

Для различных услуг и различных сценариев установления соединений длина сигнальной информации различна, то есть загрузка сигнальной сети зависит от типов предоставляемых услуг и условий на сети (в частности, процента отказов, занятости и неответа абонентов). Чтобы оценить соотношение производительностей информационной и сигнальной частей тракта, введём коэффициент отношения информационной и сигнальной скоростей:

$$\gamma = \frac{C_u}{C_c}$$

Физический смысл коэффициента γ для Ш-ЦСИО – это среднее число ячеек, переданных по виртуальной информационной сети на одну ячейку сигнализации.

3. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ SVC ПРИ ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ОСНОВНЫХ УСЛУГ

Как уже говорилось ранее, под производительностью SVC понимается суммарная пропускная способность всех обслуживаемых им информационных трактов (пиковое значение скорости) при максимально допустимой сигнальной нагрузке. Максимально допустимая сигнальная нагрузка определяется в соответствии с заданными показателями качества функционирования Ш-ЦСИО.

Так при реализации услуг мультимедиа суммарная задержка в одном направлении для компоненты типа аудио или видео в реальном масштабе времени должна составлять от 100 до 150 мс, включая задержку распространения, сетевую и аппаратную задержки.

Из этой нормы может быть определена средняя задержка передачи сигнальной единицы (СЕ) на звене сигнализации, вызванная образованием очереди на передачу - T_3 . Обычно при установлении одного соединения по SVC передаётся j сигнальных единиц. Средняя длина на СЕ составит $l_{ce} = l_c / j$ ячеек.

Процесс функционирования SVC по передаче СЕ можно представить как работу одноканальной СМО типа $M/M/1$ [4]. Сигнальная единица, заставшая SVC занятым, становится в очередь и ожидает обслуживания.

Параметры рассматриваемой СМО следующие:

$j\lambda$ – поток поступающих СЕ;

μ – интенсивность обслуживания СЕ

$\mu = C_j / l_c$;

$\rho = j\lambda / \mu$ – коэффициент использования звена

сигнализации.

Основной величиной, характеризующей работу системы, является среднее время пребывания СЕ в очереди:

$$T_{оч} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

Это время и является показателем качества для определения максимальной нагрузки на звено сигнализации:

$$\rho_c = \frac{T_3 C_c j}{(l_c + T_3 C_c j)}$$

Зная максимально допустимую нагрузку на звено сигнализации, получим с помощью коэффициента γ нагрузку на информационную сеть:

$$Y_u = \gamma \rho_c l_u / l_c.$$

Суммарная пропускная способность (пиковая скорость) всех трактов, обслуживаемых SVC, определится как $C_u = \gamma C_c$, где

$$\gamma = \sqrt{\frac{\mu_c (l_c + T_3 C_c j)}{C_c^2 j T_3}}$$

4. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ SVC ПРИ ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Применим рассмотренный метод для общего случая, учитывая вторую и третью группы услуг, рассмотренных в п.1 ($\lambda > 0, \lambda_o > 0, \lambda_c > 0$). То есть на SVC поступают:

- поток заявок на основные соединения с интенсивностью λ (каждое основное соединение требует передачи сигнальной информации общей длительностью l_c состоящей из j СЕ);
- поток заявок на предоставление некоторым основным соединениям дополнительных услуг с интенсивностью λ_o (усреднённая дополнительная услуга требует передачи сигнальной информации длительностью l_{oc} , состоящей из i СЕ);
- поток заявок на услуги, не требующие соединения по информационной сети с интенсивностью λ_c , при котором каждая заявка передаётся сигнальной информацией длиной b с помощью m СЕ.

Будем считать потоки λ_o и λ_c также пуассоновскими, а средние длины сигнальной информации – l_{oc} и b распределёнными по экспоненциальному закону.

Тогда, одноканальная СМО типа $M/M/1$, описанная в п.3 будет рассчитываться со следующими параметрами:

Поток поступающих СЕ $\lambda' = j\lambda + i\lambda_0 + m\lambda_c$.

$$\mu' = \frac{C_c(j\lambda + i\lambda_0 + m\lambda_c)}{\lambda \cdot l_c + \lambda_0 \cdot l_{0c} + \lambda_c \cdot b}$$

Интенсивность обслуживания СЕ

Коэффициент использования звена сигнализации:

$$\rho'_c = \frac{T_s C_c (j\lambda + i\lambda_0 + m\lambda_c)}{\lambda_c + \lambda_0 l_{0c} + \lambda_c b + T_s C_c (j\lambda + i\lambda_0 + m\lambda_c)}$$

В этом случае γ определится из выражения:

$$\gamma = \sqrt{\frac{l'_c \lambda}{C_c \rho'_c}},$$

где

$$l'_c = C_c j / \mu'$$

5. УПРАВЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ КАНАЛА SVC

Предложенная методика оценки производительности канала SVC может использоваться при решении задачи синтеза сети Ш-ЦСИО, т.е. позволяет определить максимальную пропускную способность тракта передачи, обслуживаемого данным SVC с определённой скоростью.

При решении задач анализа производительности существующего тракта со скоростью $C_0 = C_{up} + C_{cp}$ (значения C_{cp} и C_{up} соответствует расчётным значениям C_c и C_u , рассмотренным в п. 3 и 4), необходимо добиваться максимального значения производительности с помощью перераспределения ресурса скорости между сигнальной информацией и информацией пользователя. А именно, в случае возникновения большой очереди из СЕ на передачу, можно увеличивать максимальную скорость передачи SVC.

Очевидно, что в общем случае поток сигнальных единиц поступающих на SVC, определяется моментами начала и окончания информационных соединений. Эти моменты могут быть независимыми, а могут быть определённым образом скоррелированы во времени, если существует корреляция информационных процессов. При этом значение коэффициента корреляции α , учитывающего пачечность сигнального трафика в SVC, может не совпадать со значением коэффициента β , учитывающего

корреляцию пачечности трафика в совокупности информационных каналов, обслуживаемым одним SVC. Пачечность сигнального трафика, возникающая при выработке сигнальным процессором СЕ, приводит к тому, что в определённые моменты времени (возникновения пачки СЕ) очередь из сигнальных единиц на передачу увеличивается, а в другие моменты времени очередь отсутствует. На Рис.1 показан процесс выработки сигнальным процессором СЕ при пачечности сигнального трафика.

Напомним, что в Ш-ЦСИО предполагается

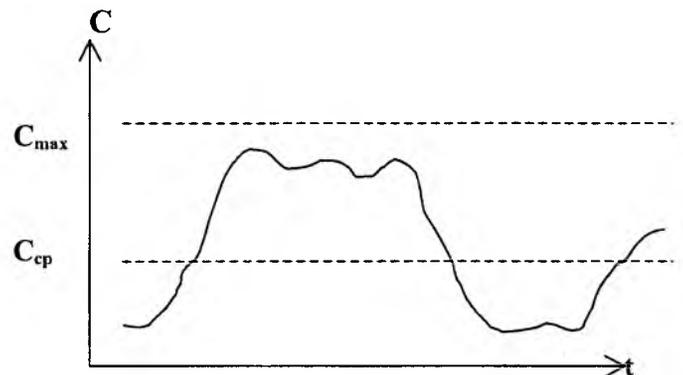


Рисунок 1. Процесс выработки сигнальным процессором СЕ

выдавать пользователям некоторый «кредит», т.е. разрешение на передачу данных со скоростью, не превышающей заданную. При этом кредит определяется разрешенным объемом данных, который может быть послан пользователем в сеть за время передачи. В нашем случае «кредит» представляет собой скорость передачи по каналу C_c .

При возникновении пачечности сигнальной информации и увеличении очереди из сигнальных единиц на передачу может быть решена задача перераспределения ресурса тракта (Рис.2) с помощью выделения дополнительного кредита скорости ΔC_1 для канала SVC.

Соответственно при этом кредит совокупности информационных каналов будет снижен на ту же величину и скорость передачи информации пользователя снизится на величину ΔC_1 .

При отсутствии сигнальной информации значение расчётной скорости сигнального канала C_{cp} может быть снижено на величину ΔC_2 , т.е. кредит SVC уменьшится. Соответственно кредит совокупности информационных каналов увеличится на ту же величину и скорость передачи информации пользователя увеличится на величину ΔC_2 . При этом может быть изменена величина.

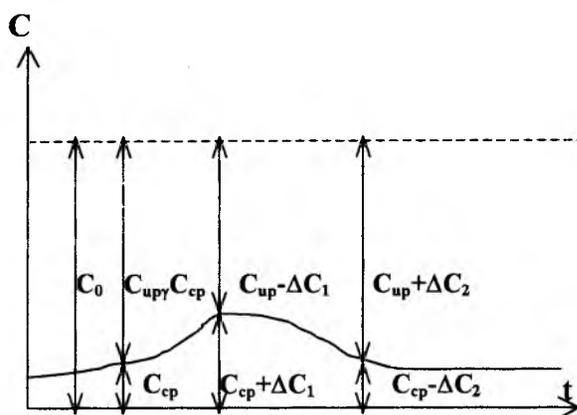


Рисунок 2. Перераспределение ресурса тракта

Для распределения ресурса тракта между сигнальным каналом и совокупностью информационных каналов должен быть выработан некоторый адаптивный механизм управления скоростями сигнальной информации и информации пользователя. Он может быть основан, например, на результатах теории игр автоматов.

Значения коэффициента корреляции α , учитывающего пачечность сигнального трафика, могут быть вычислены на основании оценки

параметров трафика для различных служб, или определены экспериментально.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный метод позволяет в Ш-ЦСИО с помощью введенного коэффициента отношения информационной и сигнальной скоростей оценивать производительность сигнального виртуального канала. При этом можно определить суммарную пропускную способность всех информационных трактов, обслуживаемых этим SVC, а также учитывать нагрузку на звено сигнализации, создаваемую дополнительными услугами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лазарев В.Г., Интеллектуальные цифровые сети. М.: Финансы и статистика, 1996 – 224 с.
- [2]. Назаров А.Н., Симонов М.В. АТМ: технология высокоскоростных сетей. М.: Экотренз, 1998-234с.
- [3]. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование. М.: Радио и связь, 1981 – 336 с.
- [4]. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями М.: Мир, 1979 - 600 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПЕРЕНОСА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦИФРОВОЙ АТС АТСЦ-90

И.Е. Никульский

Ленинградский отраслевой научно-исследовательский институт связи (ЛОНИИС), ул. Варшавская, 11, Санкт-Петербург, 196128, РОССИЯ

Сокращение протяженности кабелей с металлическими жилами, частичная либо полная их замена световодными линиями на участке сети абонентского доступа является важным и актуальным направлением модернизации существующих и строительства новых цифровых телекоммуникационных систем.

Это дает улучшение качественных и экономических показателей сетей доступа, а также обеспечивает предоставление абонентам новых услуг.

Одним из возможных путей решения данной задачи представляется создание оптической сети переноса – фрагмента сети абонентского доступа, расположенного на участке между цифровой коммутационной системой и точками концентрации нагрузки [1].

Внедрение в сетях Российской Федерации

разработанного в ЛОНИИС комплекса аппаратных и программных средств городской электронной АТС – АТСЦ-90 наглядно показало актуальность строительства оптических сетей переноса (СП), объединяющих центральную станцию, расположенную, как правило, в районном центре и вынесенные абонентские центры. В качестве примера можно привести цифровые концентраторы (АЦК) различной емкости – от 128 до 1000 номеров, устанавливаемые на значительном удалении от АТС, в местах повышенной абонентской плотности, размещенные как в городских районах, так и в сельских населенных пунктах [2].

Традиционно оптические сети переноса строились на основе иерархических систем передачи плезиохронных и синхронных цифровых иерархий с оптическим стыком. Например, на базе получившего широкое распространение на