В данной работе представлена оригинальная конструкция установки для СЛС высокотемпературных полимеров с системой контроля юстировки устройства нанесения слоев порошка. Обсуждаются кинематическая и лазерно-оптическая схемы установки. Показано, что для реализации технологии СЛС высокотемпературных полимеров необходимо реализовать многоконтурные системы нагрева и одновременно защитить все точные элементы и приборы установки от тепловых воздействий. Описаны виды и типы защитных контуров охлаждения, а также раскрыты принципы функционирования системы контроля юстировки устройства нанесения слоев порошка. Обнаружено, что степень перекоса устройства нанесения слоев порошка можно определять в автоматическом режиме, сравнивая интегральные нагревы для слоев порошка нанесенных из крайнего левого и крайнего правого положений. Приведено описание экспериментов, подтверждающих правильность принятых конструкторских решений при проектировании установки. Предложенные нами решения расширяют возможности бизнеса и промышленности, занимающихся развитием и выпуском наукоемкой продукции из высокотемпературных полимеров типа ПЭЭК.

**Список литературы**

1. Synrad - https://www.synrad.com/synrad/docroot/products/lasers/ti-series (accessed on 10 January 2018)
2. Synrad - https://www.synrad.com/synrad/docroot/products/accessories/beam-expanders (accessed on 10 January 2018)
3. πShaper - http://www.pishaper.com/shaper_for_co2.php (accessed on 10 January 2018)
4. Zhirnov, I.; Podrabinnik, P.; Okunkova, A.; Gusarov, V. Laser beam profiling: experimental study of its influence on single-track formation by selective laser melting. *Mechanics & Industry*, **2015**, *16*(7), 709. doi: 10.1051/meca/2015082
5. Gusarov, V.; Okunkova, A.; Peretyagin, P.; Zhirnov, I.; Podrabinnik, P. Means of Optical Diagnostics of Selective Laser Melting with Non-Gaussian Beams. *Measurement Techniques*, **2016**, *58*(10), 1185–1185. doi: 10.1007/s11018-015-0810-3
6. πShaper - http://www.pishaper.com/public.php (accessed on 10 January 2018)
7. Raylase - https://www.raylase.de/en/products/3-axis-deflection-units/axialscan-50.html (accessed on 10 January 2018)
8. Renishaw. Available online: http://www.renishaw.com/en/xl-80-laser-system--8268 (accessed on 30 January 2018).

# МЕТОДИКА ВЫЧИСЛЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ СЕТЕЙ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ТРАНСПОРТЕ ПРИ ОТКАЗЕ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

***Немцов Юрий Владимирович***
*ассистент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на транспорте» Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва*
***Казанский Николай Александрович***
*кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на транспорте» Российского университета транспорта (МИИТ), г.Москва*
***Лысюк Полина Игоревна***
*ассистент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на транспорте» Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва*

## METHOD FOR CALCULATING THE SURVIVABILITY OF MOBILE COMMUNICATION NETWORKS IN TRANSPORT IN THE EVENT OF A FAILURE OF BASE STATIONS

**АННОТАЦИЯ**: в статье содержится обзор и анализ моделей расчета живучести сетей мобильной связи при потере работоспособности базовых станций в условиях чрезвычайной ситуации. Рассмотрены особенности различных моделей расчета, факторы влияния на качество обслуживания вызовов. Предложены пути повышения живучести сети мобильной связи.

**SUMMARY**: article contains review and analysis of models for calculating the survivability of mobile communication networks in the event of loss of operability of base stations in an emergency situation. The features of various models of calculation, factors of influence on the quality of calls service are considered. Ways to increase the survivability of the mobile communication network are suggested.

**Ключевые слова**: мобильная связь, чрезвычайная ситуация, живучесть сетей.

**Keywords**: mobile communication, emergency situation, network survivability.

Мобильная связь уже давно стала неотъемлемым атрибутом современного человека и, благодаря возможностям, которые предоставляют операторы сотовой связи своим абонентам, стала важной составляющей жизни человека. Конечно, сотовая связь это в первую очередь голосовое общение абонентов, и примерно первые десять лет развития рынка подобного рода услуг, общению между людьми уделялось максимум внимания. Для обеспечения качественной связи прилагалось максимум усилий, в частности, велось строительство сетей, проводились работы по обеспечению доступности сетей связи для широкого круга абонентов как в городе, так и за его пределами, в области и регионах.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это ситуация на определенной территории, возникшая в результате аварии, природного явления, катастрофы, стихийного бедствия, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности [1].

Сегодня мобильная связь используется не только для индивидуальных разговоров и передачи данных. С помощью мобильных сетей связи можно осуществлять онлайн-трансляции с места чрезвычайных ситуаций в прямом эфире, поскольку в современном мире скорость, интерактивность и возможность освещения мероприятий в реальном времени формируют востребованность интернет СМИ и блогов, социальных сетей. Передача информации с мест проведения работ на ЧС, где нет возможности подключиться к кабельным или спутниковым сетям связи, позволяет руководить службами ЧС и процессами дистанционно. Наконец, взаимодействие в реальном масштабе времени упрощает слаженность центров управления с оперативными сотрудниками на месте ЧС. В случае возникновения ЧС немаловажным является информирование населения. От того факта, насколько грамотно будет организована данная система информирования о ЧС, зависит уровень потенциальной угрозы жизням граждан. Помимо мобильной связи оповещение производится по телевидению, радиовещанию, используются средства для подачи световых и звуковых сигналов, применяется специальная аппаратура. Одновременно с этим населению даются указания, которые требуют незамедлительного выполнения.

Поскольку доступ пользователей к услугам по передаче голоса и данных является одним из ключевых требований к функционированию сетей мобильной связи, то предложенные в статье расчетные модели помогут операторам связи учесть качество работы сети в очаге поражения при возникновении ЧС.

Под живучестью сети мобильной связи будем понимать способность системы радиосвязи продолжать свое функционирование с допустимым качеством после возникновения повреждений, а также способность системы восстанавливать рабочее состояние на конечный заданный временной промежуток.

Критерий живучести определяется выражением (1):

$$Sur = 1 - E\ . \qquad (1)$$

где $E$ – вероятность потери вызовов.

В [2] предложен вариант оценки живучести мобильной сети по расчету блокировки вызовов. Полученный критерий представлен формулой (2):

$$E = P_1 \cdot P_2 = \sum_{k=0}^{N} C_N^k p^k (1-p)^{N-k} \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{i=0}^{mk} \rho^i / i!}\ . \qquad (2)$$

Рассмотрим формулу (2) подробнее. Она содержит два сомножителя. Первый из них – это распределение Бернулли, которое показывает вероятность нахождения *k* базовых станций (БС) из *N* БС, сохранивших работоспособность в очаге поражения:

$$P_1 = \sum_{k=0}^{N} C_N^k p^k (1-p)^{N-k}\ . \qquad (3)$$

Также задается вероятность сохранения работоспособности одной БС, находящейся в зоне ЧС *p*.

Вторым сомножителем является распределение Эрланга, характеризующее вероятность блокировки вызовов в случае одновременной занятости всех радиоканалов мобильной сети:

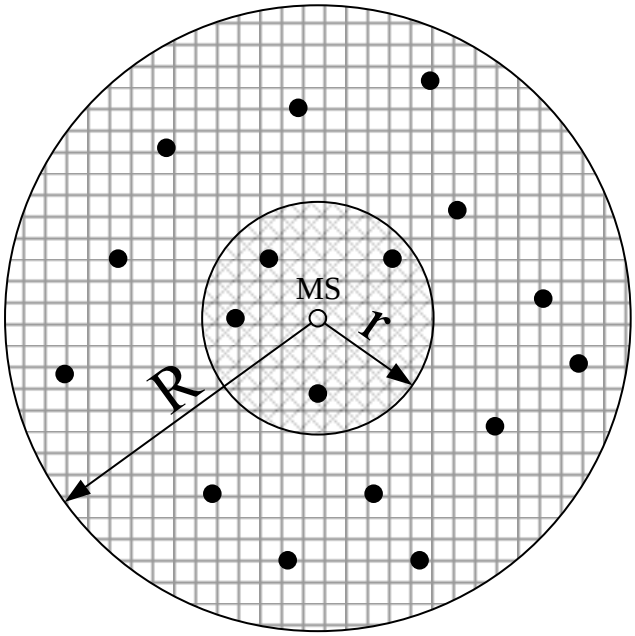
$$P_2 = \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{i=0}^{mk} \rho^i / i!}\ . \qquad (4)$$

Для расчетов задается число радиоканалов *m* одной БС и удельная нагрузка $\rho$ на один канал связи.

В данной статье для расчета живучести мобильной сети при возникновении ЧС предложена замена закона распределения Бернулли распределением Пуассона. По мнению авторов использование распределения Пуассона позволяет повысить точность моделирования сетей мобильной связи при возникновении ЧС.

Распределение Пуассона позволяет вычислять вероятности нахождения в зоне поражения от ЧС произвольного числа БС с учетом радиуса зоны ЧС и плотности размещения БС на данной территории.

Рассмотрим модель нахождения мобильного абонента в зоне ЧС (рис. 1).




● - базовые станции (BTS)

*Рис. 1. Модель нахождения мобильного абонента (MS) в зоне ЧС*

Допустим (рис. 1), что мобильный абонент (MS) может находиться в центре зоны ЧС радиуса *r*. В той же зоне размещаются БС (BTS) сети мобильной связи. Мобильное устройство абонента теоретически может соединяться со всеми БС в радиусе *R*. При этом *r*<*R*.

Зная радиус действия мобильного устройства *R* и плотность размещения БС в данной местности $\lambda$, можно определить количество БС, находящихся в зоне действия мобильного устройства абонента:

$$N = \lambda \pi R^2 . \quad (5)$$

Также возможно задать количество БС, которые окажутся в зоне действия ЧС радиусом *r*:

$$k = \lambda \pi r^2 . \quad (6)$$

Рассмотрим случай, когда в зону поражения не попало ни одной БС. Тогда, все БС на территории радиуса *R* являются работоспособными, и мобильное устройство имеет возможность устанавливать с ними соединение. В этом случае критерий живучести будет определен только вероятностью блокировки вызовов из-за занятости радиоканалов *N* БС:

$$Sur = 1 - \frac{\rho^{mN} / (mN)!}{\sum_{i=0}^{mN} \rho^i / i!} . \quad (7)$$

Допустим, что в зоне поражения от ЧС могут находиться $k = \overline{1;\, N}$ БС. Тогда вероятность нахождения ровно *k* БС в зоне действия ЧС радиусом *r* определяется следующим выражением:

$$P(k) = \frac{(\lambda \pi r^2)^k}{k!} e^{-\lambda \pi r^2} . \quad (8)$$

Составим выражение для расчета живучести сетей мобильной связи при попадании некоторого количества *k* БС в зоне действия ЧС:

$$Sur = 1 - \sum_{k=0}^{N} \left( p^k \frac{(\lambda \pi r^2)^k e^{-\lambda \pi r^2}}{k!} \frac{\rho^{mk} / (mk)!}{\sum_{k=N}^{0} \rho^k / k!} + \left(1 - \frac{(\lambda \pi r^2)^k e^{-\lambda \pi r^2}}{k!}\right) \frac{\rho^{m(N-k)} / (m(N-k))!}{\sum_{i=0}^{N-k} \rho^i / i!} \right). \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что при попадании в зону поражения *k* БС идёт расчет блокировки вызовов станций, которые находятся в радиусе очага ЧС, и которые могут ещё устанавливать соединение с мобильным устройством (не попавшие в очаг). Также нам необходимо учитывать вероятность работоспособности БС в зоне поражения, поэтому параметр *p* становится дополнительным множителем.

В [4] приведены статистические данные, предоставленные операторами мобильной связи, о плотности размещения БС в ряде регионов РФ. Так, в Москве и Московской области плотность размещения БС составляет 546 единиц на 1 км$^2$, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – 153 единицы на 1 км$^2$, в Калининградской области – 122 единицы на 1 км$^2$, а в Краснодарском крае это достигает 90 единиц на 1 км$^2$. В приведенных ниже расчетах примем значение плотности λ=0,00007 1/м$^2$, что соответствует 70 БС на 1 км$^2$.

Введем следующие обозначения и их числовые значения:

*m=10* – количество радиоканалов, поддерживаемых одной БС;

*p=0,4* – вероятность неработоспособности одной БС;

ρ=*0,9 Эрл* –удельная нагрузка на радиоканал;

*r=50 м* – радиус зоны поражения ЧС;

*R=1000 м* – радиус действия мобильного устройства;

*λ=0,00007 1/м²* – плотность размещения БС в месте нахождения мобильного абонента.

Используя формулы (1), (2) и (9) получим несколько графиков зависимостей живучести сети мобильной связи (рис. 2 – 3). Заметим, что в соответствии с требованиями операторских лицензий, величина отказов внутри отечественных сотовых сетей общего пользования принимается на уровне 5%. Учитывая это, полученный график будет показывать интересующую нас живучесть на уровне от 0 до 95%, этот диапазон имеет наиболее важный практический интерес.

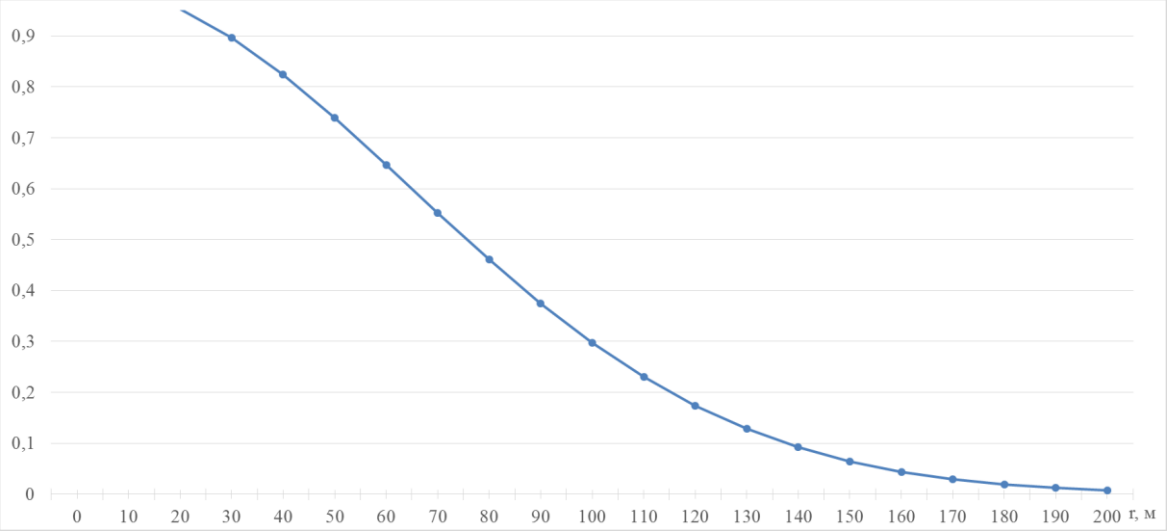



*Рис. 2. График живучести сети мобильной связи при различном радиусе зоны поражения от ЧС*

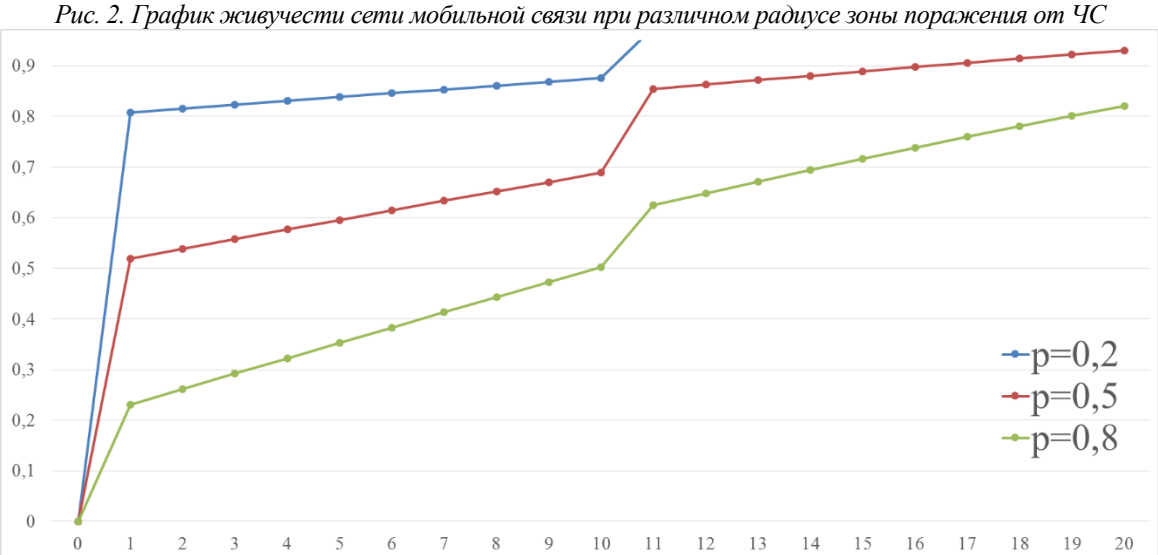



*Рис. 3. Зависимости живучести сети мобильной связи от числа работоспособных каналов при различной вероятности отказа БС в зоне поражения от ЧС*

Таким образом, в статье рассмотрен новый подход к решению задач живучести сетей мобильной связи, в котором используется распределение Пуассона. Предложенная методика позволяет приблизиться к объективной оценке живучести сети в условиях ЧС. Анализ результатов позволяет сделать вывод, что при большой вероятности отказа базовых станций значительно снижается живучесть сети мобильной связи. Увеличение плотности базовых станций гораздо повышает живучесть сети, нежели увеличение радиоканалов в одной станции. Также, для уменьшения вероятности потерь возможно провести анализ и расчет живучести для систем с ожиданием и дисциплин облуживания с приоритетами.

**Список литературы**

1. Цыцарева М.Б. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте// Хабаровск: ДВГУПС, 2014.

2. Ромашкова О.Н., Дедова Е.В. Живучесть беспроводных сетей связи в условиях чрезвычайной ситуации // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2014. – №6. – С.40-43.

3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. –М.: Радио и связь, 1983. – 416 с., ил.

4. http://forum.netmonitor.ru/about7959.html

5. Бонч-Бруевич М.М. О вопросах определения вероятности блокировки вызова в сети стандарта

GSM // Спецтехника и связь, 2010. – №2-3. – С.65-67.

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ НЕТОЧНОСТЕЙ

***Прилепов Евгений Валерьевич***
*Аспирант кафедры компьютерных наук, ГУТ, г. Киев*

**АНОТАЦИЯ**

**Предметом** изучения в статье являются процессы обработки данных, полученных в результате действия алгоритма кластеризации данных для решения прикладной задачи качественной оценки воздействия алгоритма. **Целью работы** является определение основных понятий оценки качества алгоритмов. Описание численной оценки качества алгоритмов, точности и полноты. **Задача**: качественная оценка действия алгоритмов кластеризации и обработки информации на основе диагностического тестирования. Используемым **методом** является: информационно-аналитический метод анализа предварительно обработанных данных, который представлен в виде модели табличного представления матрицы неточностей. **Выводы.** В результате было получено способ проверки действия алгоритмов обработки данных и численную оценку качества обработанной информации.

**The subject** of the study in this article is the processes of data processing, obtained as a result of the algorithm of data clustering to solve the application problem of qualitative evaluation of the algorithm. **The purpose** of the work is to determine the basic concepts of the quality evaluation of the algorithms. Description of the numerical quality evaluation of the algorithms, accuracy and completeness. **The task**: qualitative evaluation of the clusterization algorithms of information processing based on diagnostic testing. **The method** is: an information analytical method for analyzing pre-processed data presented in the form of a table represented in confusion matrix. **Conclusions**. As a result, were obtained a method for verifying the operation of data processing algorithms and a numerical evaluation of the quality of the processed information.

**Ключевые слова:** алгоритм, анализ, обработка, качество, оценка, метрика.

**Keywords:** algorithm, analysis, processing, quality, evaluation, metric.

**Введение и постановка задачи**

В области машинного обучения и, в частности, проблемы статистической классификации, матрица неточности, является специфическим макетом таблицы, которая позволяет, как правило визуализировать эффективность алгоритма. Каждый рядок матрицы представляет собой экземпляр в прогнозируемом классе, тогда как каждый столбец отображает экземпляры в фактическом классе (или наоборот). Использование этого подхода позволяет легко выяснить, перепутала система два класса или нет.

Это специальный тип таблиц для непредвиденных случаев, с двумя параметрами (фактическими и прогнозируемыми) и идентичными наборами классов в обоих измерениях (каждая комбинация размера и класса является переменной в таблице непредвиденных ситуаций).

Представление данных при их хранении и обработке требует решения трех основных задач:

- Определить способы представления элементарных данных.
- Определить способы объединения данных в структуры.
- Установить способы размещения информации.

На данный момент выделяют три уровня представления данных: концептуальный, логический и физический. На концептуальном уровне определяется общая структура информационного массива – она называется моделью данных. Сейчас используются несколько моделей данных: иерархическая, сетевая, реляционная, объектно-ориентированная. Согласно выбранной модели данных строится информационная система, в которой данные будут храниться, а также программы, ведущие их обработку. Логический уровень определяет способы представления элементарных данных, их перечень при объединении в структуру, а также характер связей между ними в рамках выбранной модели данных. Физический уровень определяет форматы размещения созданной логической структуры данных на носителях информации. Представление данных является важным фактором, обеспечивающим компактный способ записи информации при хранении и быстрый доступ к нужным данным при их использовании.

**Целью работы** является определение основных понятий оценки качества алгоритмов. Описание численной оценки качества алгоритмов, точности и полноты. Предоставить содержательную информацию относительно матрицы неточности и способа ее использования для оценки качества алгоритмов.

**Научная новизна** - использование информационно-аналитического метода анализа предварительно обработанных данных на основе матрицы неточностей, результатом действия которого является качественная оценка действия алгоритма предварительной обработки данных.

**Основная часть**

***Численная оценка качества алгоритма.***